

# ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES EÓLICOS

---

MÁSTER EN INGENIERÍA INFORMÁTICA, FACULTAD DE  
INFORMÁTICA, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

Trabajo Fin Máster en Ingeniería Informática



MARIELA PAOLA ESPINOZA MARTINEZ

15/08/2017

Director:

Adrián Riesco Rodríguez

Calificación 7/10

## **Autorización de Difusión**

La abajo firmante, matriculada en el Máster en Ingeniería Informática de la Facultad de Informática, autoriza a la Universidad Complutense de Madrid (UCM) a difundir y utilizar con fines académicos, no comerciales y mencionando expresamente a su autor el presente Trabajo Fin de Máster: “ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES EÓLICOS”, realizado durante el curso académico 2016-2017 bajo la dirección de Adrián Riesco Rodríguez en el Departamento de Sistemas Informáticos y Computación, y a la Biblioteca de la UCM a depositarlo en el Archivo Institucional E-Prints Complutense con el objeto de incrementar la difusión, uso e impacto del trabajo en Internet y garantizar su preservación y acceso a largo plazo.

Mariela Paola Espinoza Martínez

15/08/2017

## **Resumen en castellano**

Los tipos de información generada por las instituciones se presentan en diferentes formatos, unos más conocidos y manejables que otros. Además, la necesidad de universalización de la información ha generado el desarrollo de diferentes herramientas para la administración y divulgación de tipos especiales de datos.

El Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovable del Ecuador nos comunicó la necesidad de crear un módulo adicional a su plataforma de conocimiento que en la actualidad no soporta información georreferenciada que es generada por los diferentes proyectos en desarrollo.

Para ello, se revisó la normativa para la información georreferenciada y este tipo de sistemas con la finalidad de establecer los pros y contras y escoger las herramientas que funcionarán para solventar el problema descrito por la institución, teniendo en cuenta que en el Ecuador se cuenta con normativa que indica el uso de software libre para el desarrollo de este tipo de infraestructuras.

El presente trabajo corresponde al desarrollo de una infraestructura de datos espaciales con herramientas que permiten el trabajo colaborativo para los usuarios internos, el almacenamiento mediante bases de datos, servicios para compartir información georreferenciada mediante un servidor geográfico y consulta de mapas mediante una página web para usuarios externos y la configuración necesaria para la conexión entre ellas.

## **Palabras clave**

Infraestructura de datos espaciales

Base de Datos

Aplicación Web

Servicios

Internet

## **Abstract**

The types of information generated by the institutions are presented in different formats, some better known and manageable than others. Besides, the need for universalization of information has generated the development of different tools for the administration and dissemination of special types of data.

The National Institute of Energy Efficiency and Renewable Energy of Ecuador communicated to us the need to create an additional module to its knowledge platform that at present does not support georeferenced information that is generated by the different projects under development.

For this purpose, the regulations for georeferenced information and this type of systems were revised in order to establish the pros and cons and to choose the tools that will work to solve the problem described by the institution, considering that Ecuador has Normative that indicates the use of free software for the development of this type of infrastructures.

The present work corresponds to the development of an infrastructure of spatial data with tools that allow the collaborative work for the internal users, the storage by means of data bases, services to share georeferenced information by means of a geographic server and consultation of maps by means of a web page for users And the necessary configuration for the connection between them.

## **Keywords**

Spatial Data Infrastructure

Database

Web Application

Services

Internet

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a Dios por guiar mi camino en todo momento, a mi familia por su cariño y apoyo incondicional, a mis amigos Magaly, Gaby, Pedro, Miguel, Marta y Pablo quienes han sido mi familia en este lado del mundo, a mis compañeros del máster por todos los momentos vividos, a Adrián mi director por su paciencia y constancia, a los profesores por toda su ayuda, y al SENESCYT por hacer posible esta enriquecedora experiencia.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi pequeño, a Juan Sebastián por ser mi compañero inseparable, mi motor y mi inspiración para continuar esforzándome cada día.

# Índice de contenidos

Autorización de Difusión.....	i
Resumen en castellano.....	ii
Abstract.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Índice de contenidos .....	vi
Índice de Figuras .....	ix
1. Introducción.....	1
1.1 Motivación .....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Plan de Trabajo .....	2
1.4 Plan de la Memoria .....	3
1. Introduction .....	4
1.1 Motivation.....	4
1.2 Objectives .....	5
1.3 Project planning .....	5
1.4 Document structure.....	6
2. Antecedentes .....	7
2.1 El INER.....	7
2.1.1 Plataforma de Conocimiento de Información Energética (PCIE) .....	8
2.2 Análisis del Problema .....	11
2.3 Infraestructuras espaciales .....	12
3. Análisis de Requisitos .....	14
3.1 Normativa Internacional .....	14
3.1.1 Norma ISO19115.....	14
3.1.2 Norma ISO19139.....	14
3.1.3 Norma ISO19112.....	15

3.1.4	Norma ISO TC 211 .....	15
3.2	Estándares .....	15
3.2.1	Estándar Dublin Core .....	15
3.3	Normativa Ecuatoriana de Desarrollo de IDES .....	16
3.4	Requisitos del Sistema .....	17
3.5	Tecnologías Utilizadas en la Actualidad .....	17
3.5.1	Base de Datos Geográficas .....	18
3.5.2	Módulo Geográfico .....	19
4.	Desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales .....	22
4.1	Análisis de la Infraestructura de Datos Espaciales .....	22
4.2	Servidor Contenedor .....	23
4.3	Catálogo de datos .....	24
4.3.1	Gestión de Usuarios .....	25
4.3.2	Servicios del Catálogo .....	29
4.4	Base de Datos .....	32
4.5	Servidor de Datos Geoespaciales .....	34
4.6	Aplicación Web .....	40
4.6.1	Inicio .....	40
4.6.2	Mapas .....	41
4.6.3	Descarga .....	42
4.6.4	Contacto .....	43
5.	Conclusiones .....	44
5.	Conclusions .....	45
6.	Trabajo Futuro .....	46
7.	Bibliografía .....	47
8.	Anexos .....	49
8.1	Anexo 1 Instalación Servidor .....	49
8.2	Anexo 2 Instalación Catálogo de datos .....	51



8.3	Anexo 3 Instalación Base de Datos .....	55
8.4	Anexo 4 Instalación Servidor Datos Geoespaciales .....	58
8.5	Anexo 5 Conexión PostgreSQL y Geoserver .....	60
8.6	Anexo 6 Desarrollo Web .....	65
8.7	Anexo 6 Certificado de Conformidad del producto.....	65

## Índice de Figuras

Figura 1 Base de indicadores de eficiencia energética .....	9
Figura 2 WebINER.....	9
Figura 3 Calculadora 2050 .....	10
Figura 4 Biblioteca digital .....	10
Figura 5 Diagrama de la infraestructura de datos espaciales.....	23
Figura 6 Configuración automática de servicio.....	24
Figura 7 Diagrama de servicios de Apache Tomcat.....	24
Figura 8 Diagrama de perfiles de usuario.....	26
Figura 9 Panel del usuario administrador del catálogo.....	26
Figura 10 Panel del usuario administrador de grupo .....	27
Figura 11 Área de trabajo usuario revisor .....	28
Figura 12 Área de trabajo usuario editor .....	28
Figura 13 Pantalla de configuración de servidores.....	29
Figura 14 Código de configuración de la base de datos .....	30
Figura 15 Plantillas de Geonetwork .....	31
Figura 16 Informes estadísticos.....	31
Figura 17 Plugins de Stack Builder .....	33
Figura 18 Instalación de extensiones de datos espaciales .....	33
Figura 19 Configuración Geonetwork – PostgreSQL.....	34
Figura 20 Base de datos del catálogo .....	34
Figura 21 Esquema de servicios de Geoserver [18] .....	35
Figura 22 Características del espacio de trabajo .....	37
Figura 23 Creación de almacén de datos .....	37
Figura 24 Publicación de datos.....	38
Figura 25 Editor XML de estilos.....	39
Figura 26 Previsualización con Openlayers .....	40
Figura 27 Página Inicio de la Web .....	41
Figura 28 Pestaña Mapas – Mapa de Potencial Eolo-eléctrico .....	42
Figura 29 Descarga de Servicios .....	43
Figura 30 Descarga de Archivos de Mapas .....	43
Figura 31 Formulario de Contacto.....	43
Figura 32 Página de Apache Tomcat.....	49
Figura 33 Ejecución del instalador .....	50
Figura 34 Pantalla monitor Tomcat.....	50
Figura 35 Administrador de servicios Apache Tomcat .....	51
Figura 36 Página de Geonetwork .....	51
Figura 37 Descarga de Geonetwork .....	52
Figura 38 Ejecución del instalador .....	52
Figura 39 Directorio para Geonetwork.....	53

Figura 40 Selección de módulos de Geonetwork .....	53
Figura 41 Servicio de Geonetwork en Apache Tomcat.....	54
Figura 42 Configuración de puerto de Geonetwork .....	54
Figura 43 Página de descarga de PostgreSQL.....	55
Figura 44 Ejecución del instalador .....	55
Figura 45 Selección del directorio de datos.....	56
Figura 46 Configuración del puerto de PostgreSQL.....	56
Figura 47 Mensaje de finalización de instalación .....	57
Figura 48 Módulos de instalación en Stack Builder.....	57
Figura 49 Página de Geoserver.....	58
Figura 50 Instalador de Geoserver.....	58
Figura 51 Selección del directorio de datos.....	59
Figura 52 Configuración del puerto de Geoserver .....	59
Figura 53 Progreso de la instalación de Geoserver .....	59
Figura 54 Selección de componentes en Stack Builder.....	60
Figura 55 Selección de tipo de componentes .....	60
Figura 56 Información de acceso a la base de datos.....	61
Figura 57 Mensaje de finalización de instalación .....	61
Figura 58 Información de la base de datos generada.....	62
Figura 59 Importación de shapefile .....	62
Figura 60 Ejecución de la importación de un shapefile.....	63
Figura 61 Creación del almacén de datos para PostgreSQL .....	63
Figura 62 Configuración del almacén de datos .....	64
Figura 63 Visualización de archivos importados .....	64
Figura 64 Carta de Aceptación del producto .....	65

# 1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentará de forma general la información referente a la motivación y objetivos para el desarrollo de este trabajo de fin de máster.

## 1.1 MOTIVACIÓN

Previo al desarrollo del Máster de Ingeniería Informática en la Universidad Complutense de Madrid, trabajaba para el Instituto de Eficiencia Energética y Energías Renovables del Ecuador (INER), donde una de mis responsabilidades era la gestión de la información generada.

Debido a que el INER es una entidad joven, con 4 años de creación, no se había visualizado la necesidad de la administración de diferentes formatos de información, los proyectos desarrollados tienen una vida promedio de 3 años, por lo que al término de su ejecución es cuando se recoge la información generada, que en la mayoría de casos sirve de insumo para nuevos proyectos.

Por este motivo el INER ha desarrollado una iniciativa para la administración de la información y Considerando que no cuenta con un departamento para el desarrollo de software es responsabilidad de los técnicos del área de prospectiva energética la ejecución de este proyecto.

Actualmente se ha desarrollado una plataforma web que presta servicios, mediante la cual se pone a disposición de los usuarios externos los documentos generados en los proyectos, además de módulos donde se pueden visualizar simuladores ambientales y energéticos.

Pero dentro del INER existen proyectos que generan información geoespacial, especialmente en la línea de investigación de energías renovables, la cual no puede ser gestionada de la misma manera que los documentos, dejando un vacío de información en este sentido. Es por ello que me parece interesante aplicar los diferentes conocimientos adquiridos en el máster para trabajar con una tecnología como las infraestructuras de datos espaciales.

Desde el punto de vista tecnológico, aprender nuevas tecnologías y poder aplicarlas para solucionar un problema de gestión de la información y desde el punto de vista de dirección y gestión poder analizar, diseñar e implementar un módulo que involucra a toda una organización, de aquí la importancia mediante este trabajo aportar a la generación de una solución informática a los temas antes mencionados.

## 1.2 OBJETIVOS

Dentro de los objetivos que se desean alcanzar con el desarrollo de este trabajo de fin de máster se encuentran.

- Trabajar con usuarios interdisciplinarios para establecer un producto que satisfaga las necesidades institucionales de la gestión de la información.
- Aplicar los conocimientos relacionados a la dirección y gestión de proyectos, ingeniería de software y sistemas informáticos adquiridos en el máster a un proyecto real con una tecnología poco conocida.
- Aprender una nueva tecnología como lo es la administración de datos geoespaciales.
- Analizar y evaluar las características y propiedades de las herramientas más utilizadas en este campo para escoger las adecuadas para el desarrollo.
- Realizar el análisis y diseño de una infraestructura de datos geoespaciales según los requisitos de una institución.
- Integrar herramientas, aplicaciones y servicios informáticos para la resolución de problemas.
- Comprender el funcionamiento de una institución y generar una solución tecnológica.
- Explotar las características de las herramientas con el fin de aprovecharlas para desarrollar soluciones informáticas.

Lo que servirá para que mediante el desarrollo del proyecto se pongan en práctica los conocimientos aprendidos en las materias principalmente de los módulos de dirección y gestión y tecnologías informáticas, y el desarrollo de las diferentes competencias adquiridas a lo largo del máster.

## 1.3 PLAN DE TRABAJO

Para la realización de este trabajo se ha establecido reuniones vía Skype con dos personas como contraparte en el INER.

Para los requisitos de usuario y suministro de información geoespacial se contó con el Ing. Diego Jijón, investigador coordinador en energía renovable eólica, y el Ing. Cristian Freile, coordinador de prospectiva energética para la información técnica de la infraestructura instalada en el instituto.

La metodología a seguir es la incremental considerando el modelo en cascada para el análisis, diseño de la arquitectura y selección de herramientas y para el producto web prototipos iterativos, los cuales han sido revisado por los responsables del INER.

Usaremos información geográfica final en formato ráster que ha sido la facilitada por los proyectos eólicos, con esta información se trabajará para los diseños de la infraestructura y posteriormente para el desarrollo web.

Realizada la revisión final del producto se procederá por parte del instituto a certificar formalmente la aceptación conforme.

#### 1.4 PLAN DE LA MEMORIA

El resumen del contenido de los capítulos que forman parte de la memoria es:

- Capítulo 2 – Antecedentes: Información relacionada con el Instituto, su situación actual y una revisión rápida de las infraestructuras espaciales.
- Capítulo 3 – Análisis de Requisitos: Se revisa la normativa internacional, local y la tecnología mediante las herramientas más utilizadas para el desarrollo de los sistemas de georreferenciación.
- Capítulo 4 – Desarrollo de la infraestructura espacial: Se describe los componentes, sus configuraciones y la forma de trabajar dentro de la infraestructura. La información correspondiente a la configuración y el código de la aplicación web se encuentra en un repositorio de google drive.

Para su acceso utilizar la dirección indicada a continuación:  
<https://drive.google.com/drive/folders/0ByQwoYIkFupSajNhTDU0RHFJU-Xc?usp=sharing>

- Capítulo 5 – Conclusiones: Se indica el cumplimiento de los requerimientos e ideas finales en base a la experiencia del trabajo realizado.
- Capítulo 6 – Anexos: Corresponde a la información adicional del desarrollo que ha sido de importancia en el proyecto.

# 1. INTRODUCTION

This chapter will present general information about the motivation and objectives for the development of this Master's Thesis.

## 1.1 MOTIVATION

Prior to developing a Master's degree in Computer Engineering at the Universidad Complutense de Madrid, I was working for the Institute of Energy Efficiency and Renewable Energies of Ecuador (INER), where one of my responsibilities was to manage the information.

The INER is a young entity, created 4 years ago, so it was not foreseen the need for the administration of different information formats, since the projects developed have an average of 3 years, and at the end of its execution is when the generated information is collected, which in most cases serves as input for new projects.

For this reason the INER has developed an initiative for the administration of information, and considering that it does not have a department for the development of software, it is the responsibility of the technicians of the energy prospective area to carry out this project.

Currently, a web platform has been developed that provides services, through which the documents generated in the projects are made available to external users, as well as modules for visualizing environmental and energy simulators.

But in the INER there are projects that generate geospatial information, especially in the line of research of renewable energies, which can't be managed in the same way as the documents, leaving a void in the information. That is why I find interesting to apply the different knowledge acquired in the master to work with a technology such as spatial data infrastructures.

From the technological point of view, to learn new technologies and be able to apply them to solve a problem of information management and from the point of view of management and management to analyze, design and implement a module that involves an entire organization, and through this work to contribute to the generation of a computerized solution to the mentioned subjects.

## 1.2 OBJECTIVES

The objectives to be achieved with the development of this master's thesis are found.

- Work with interdisciplinary users to establish a product that meets the institutional needs of information management.
- Apply knowledge related to project management and management, software engineering and computer systems acquired in the master's degree to a real project with a new technology.
- Learn about new technology such as geospatial data management.
- Analyze and evaluate the characteristics and properties of the tools most used in this field to choose the suitable ones for the development.
- Analyze and design a geospatial data infrastructure according to the requirements of an institution.
- Integrate computer tools, applications and services for problem solving.
- Understand the functioning of an institution and generate a technological solution.
- Exploit the characteristics of the tools in order to take advantage of them to develop computer solutions.

All this will be used for the development of the project to put into practice the knowledge learned in the subjects mainly of the modules of management and IT management and the development of the different skills acquired throughout the master.

## 1.3 PROJECT PLANNING

For the accomplishment of this work meetings have been established via Skype with two people as representatives of INER.

For the requirements of user and supply of geospatial information was the Engineer Diego Jijón, researcher coordinator in renewable wind energy, and Engineer Cristian Freile, coordinator of energy prospects for the technical information of the infrastructure installed in the institute.

The methodology to follow is the incremental considering the cascade model for the analysis, design of the architecture and selection of tools and for the web product iterative prototypes, which have been reviewed by the INER responsible.

We will use final geographic information in raster format that has been facilitated by wind projects, with this information will be worked for infrastructure designs and later for web development.

Once the final review of the product has been made, the institute will proceed to formally certify the conforming acceptance.



## 1.4 DOCUMENT STRUCTURE

The summary of the content of the chapters that are part of the memory is:

- Chapter 2 - Background: Information related to the Institute, its current situation and a rapid review of space infrastructures.
- Chapter 3 - Requirements Analysis: International, local and technology regulations are reviewed using the most commonly used tools for the development of georeferencing systems.
- Chapter 4 - Spatial Infrastructure Development: Describes the components, their configurations and how they work within the infrastructure. The information corresponding to the configuration and the code of the web application is located in a google drive repository.
- To access, use the address below:  
<https://drive.google.com/drive/folders/0ByQwoYIkFupSajNhTDU0RHFJU-Xc?usp=sharing>
- Chapter 5 - Conclusions: It indicates the fulfillment of the final requirements and ideas based on the experience of the work done.
- Chapter 6 - Annexes: Correspond to the additional development information that has been of importance in the project.

## 2. ANTECEDENTES

En este capítulo se dará a conocer el trabajo que realiza el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovable, con la finalidad de establecer la problemática actual de la gestión de la información geoespacial que es producto de los proyectos desarrollados.

### 2.1 EL INER

El Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energía Renovables se crea mediante decreto presidencial No. 1048 [1] considerando la responsabilidad del estado de promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica para así contribuir a la realización del buen vivir.

La finalidad del INER se encuentra enmarcada en su objetivo institucional que es generar conocimiento e innovación en el ámbito de la eficiencia energética y energía renovable para la sociedad, mediante el desarrollo y transferencia de tecnología, la investigación científica y el fortalecimiento de capacidades locales.

Mediante los resultados de los diferentes proyectos desarrollados se genere información para contribuir a la toma de decisiones orientadas al cambio de la matriz productiva, la diversificación de la matriz energética y la mitigación del cambio climático en Ecuador.

Y considerando los siguientes como valores institucionales [1]:

- Iniciativa por la Innovación Continua. Mejorar permanentemente los mecanismos de gestión y aplicación del conocimiento científico-técnico en el ámbito de la energía renovable y la eficiencia energética.
- Orientación a la Eficiencia. Implementar procesos eficientes que permitan alcanzar resultados de calidad mediante la óptima utilización de los recursos.
- Responsabilidad Socio-Ambiental. Promover el cuidado del ambiente y la mejora de la calidad de vida mediante la generación de conocimiento para el desarrollo y despliegue de tecnologías basadas en fuentes renovables y eficiencia energética.
- Compromiso con la transferencia de conocimiento. Transferir a la ciudadanía el conocimiento generado en las investigaciones científicas y desarrollo tecnológico
- Ética profesional. Contar con personal que trabaja con responsabilidad, honestidad, integridad, profesionalismo y transparencia en cada una de sus tareas.
- Pensamiento sistemático. Proponer soluciones integrales considerando todos los diversos elementos e interrelaciones que conforman un sistema.

Para ello ha enfocado sus esfuerzos en dos áreas principales que son:

- 1) Eficiencia Energética, dirigido al estudio de los sectores de mayor consumo energético.
- 2) Energías Renovables mediante el estudio y aprovechamiento de las fuentes primarias de mayor aplicabilidad.

En cada una de estas áreas desarrolla diferentes tipos de proyectos orientados, dentro de la Eficiencia Energética al Alumbrado Público, Edificaciones, Industria y Transporte; y en relación a las Energías Renovables sus proyectos se desarrollan en Biomasa, Solar, Geotermia y Eólica, y relacionadas a las dos áreas mencionadas se genera la información respecto a la Prospectiva energética la cual se encarga de la gestión integrada de la información, su evaluación e implementación metodologías para el análisis de escenarios de prospectiva energética.

Uno de los propósitos del área de la Prospectiva Energética es establecer metodologías de trabajo sobre la información energética de los diferentes sectores para posteriormente desarrollar herramientas informáticas que permitan el acceso y análisis de resultados al público en general.

Considerando la importancia de publicar la información que los proyectos han generado durante su desarrollo, el INER ha desplegado una plataforma web compuesta de varios módulos de acuerdo al servicio que brinda, fomentando así la difusión y transferencia de conocimiento de los resultados obtenidos.

### 2.1.1 PLATAFORMA DE CONOCIMIENTO DE INFORMACIÓN ENERGÉTICA (PCIE)

El PCIE es la herramienta Informática de Transferencia de Conocimiento y Divulgación de Resultados desarrollada por el INER, una página web compuesta de módulos que muestran la información generada por diferentes proyectos de la institución. La dirección web es <http://plataforma.iner.ec/>.

Esta herramienta ha sido creada para administrar información energética recopilada a nivel nacional, utilizando un solo acceso al sistema modular que automatiza procesos y centraliza la información brindando integridad.

Los módulos que forman esta web son:

- Base de Indicadores de Eficiencia Energética (BIEE): Muestra indicadores sobre el desempeño de la eficiencia energética a nivel nacional mediante gráficos estadísticos. Permite evaluar las tendencias nacionales y las políticas en el campo de eficiencia energética, a nivel agregado y por sectores. En la figura 1. se visualiza un ejemplo de la información que posee este módulo.



- **WebINER:** Es una plataforma online gratuita de transferencia de conocimiento y fomento a la innovación en el campo de la eficiencia energética y las energías renovables donde se imparten seminarios y cursos dictados en línea. En la figura 2 se muestra la pantalla principal de la herramienta.

- **CALCULADORA 2050:** Herramienta que permite simular y visualizar los posibles escenarios energéticos enfocados en la sostenibilidad y soberanía energética nacional. Es parte del Proyecto “Pathways Calculator 2050” del Departamento de Energía y Cambio Climático del Reino Unido.  
Basándose en la información que se puede descargar en Excel de los sectores productores y consumidores se designan 4 escenarios de cambios para combinar las medidas que se deben aplicar para por ejemplo reducir la emisión de gases de efecto invernadero.  
Cada sector de consumo y oferta energética pueden manipularse considerando 4 niveles que representan 1) esfuerzo mínimo, 2) esfuerzo determinado, 3) esfuerzo agresivo y 4) esfuerzo heroico.

Como se puede ver en la figura 3 su objetivo es manipular la información que se tiene para determinar las áreas o estrategias que se deben priorizar y desarrollar para alcanzar un equilibrio y obtener autonomía energética. Las decisiones que se toman en cada uno de los sectores generan la modificación de los gráficos que indican si el consumo es mayor que la generación llevando la proyección hasta el año 2050.



FIGURA 3 CALCULADORA 2050

- Biblioteca Digital WAWA: Biblioteca de documentos digitales de la información generada y utilizada en los proyectos de las Líneas de Investigación desarrollados en el INER. Su funcionamiento es el de un buscador de documentos, permitiendo la consulta y descarga de los documentos. La pantalla principal de la herramienta se encuentra en la figura 4.



FIGURA 4 BIBLIOTECA DIGITAL

Con estos módulos desarrollados por el INER se cubre una parte de la demanda de información, pero existe otro tipo de información que se genera en los diferentes

proyectos, que son formatos e información especializada que necesita una infraestructura especial para su administración tanto interna como externa.

El INER cuenta con información geoespacial de proyectos que ya han finalizado, especialmente de la línea de investigación de energías renovables. Esta información se encuentra almacenada en dispositivos físicos en el departamento de sistemas, pero lo importante de esta información es que sirve de insumo para nuevos proyectos.

Se han generado mapas con información eólica como el potencial eólico de los diferentes puntos dentro del territorio ecuatoriano. Esta información es un insumo para diferentes instituciones gubernamentales y usuarios externos que pueden realizar simulaciones para el estudio de posibles implementaciones de parque eólicos y establecer la generación eolo eléctrica

Para acceder a información de proyectos anteriores se debe solicitar al encargado de sistemas los físicos para su descarga, este proceso se podría automatizar, además que permitiría un mejor control de acceso, y mantener la integridad de la información.

A continuación se detalla el estado actual de la administración de la información geoespacial de los usuarios dentro de los proyectos.

## 2.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Mucha de la información generada por los proyectos que se encuentran en la línea de investigación de Energía Renovable del INER es diferente a los documentos con formatos estándares que normalmente se manejan en el módulo WAWA de la plataforma PCIE.

La información geoespacial de los proyectos finalizados debe ser transferida y divulgada a la población en general de la misma manera que los informes generados como resultado de la investigación científica.

Se requiere agregar a la plataforma PCIE un módulo que permita a los usuarios externos acceder a información geoespacial resultante de la recopilación y análisis de los datos de forma fácil y visualmente didáctica, y para los usuarios con conocimientos del área brindar la oportunidad de contar con la información para realizar modelamiento en sus propios sistemas.

Para la generación de este nuevo módulo, el requerimiento inicia con la información que se tiene en los proyectos de Energía Renovable Eólica, que consiste en archivos de información geoespacial en varios formatos.

La información no se encuentra centralizada de manera que puedan existir versiones únicas de los mapas y sus metadatos, sino que cada uno de los técnicos

maneja con diferentes herramientas la información geoespacial producto de los proyectos.

## 2.3 INFRAESTRUCTURAS ESPACIALES

La información geográfica es muy importante, en la actualidad es utilizada en muchas disciplinas, y muchas de las aplicaciones que a diario utilizamos se basan en este tipo de datos, sin embargo en muchos casos no tenemos conciencia de su uso.

Pensando en simples ejemplos cotidianos podemos darnos cuenta de que la mayoría de la información es susceptible a ser georreferenciada. Es así que este campo de la informática toma fuerza desde la década de los 80 [2] hasta que podemos encontrar a día de hoy múltiples herramientas para la implementación de infraestructuras.

Otro de los hitos en relación a este tema es la liberación de la información por parte de instituciones tanto de gobierno como empresas u organismos no gubernamentales que ahora brindan la información generada al público de manera gratuita.

Uno de los más relevantes y que mantiene hasta el día de hoy esta iniciativa es la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, ya que para particulares sería imposible tener la capacidad de generar esta cantidad de datos geográficos a este nivel.

Las primeras iniciativas para el desarrollo de Infraestructuras de información geográfica nacen en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de Río de Janeiro en 1992. Posteriormente se creó el Comité de Expertos de las Naciones Unidas para la administración de la información global geoespacial [3] y la denominada INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) de la Comisión Europea en 2007 [4].

En 1993 nace el término Infraestructura de datos espaciales por parte del U.S. National Research Council, y el 1994 se crea la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales por parte del Gobierno de Estados Unidos; también se crea en este año el Open Geospatial Consortium (OGC) que se convierte en el referente en este tema.

Al hablar de datos espaciales debemos considerar que son datos que están compuestos de datos simples que representan, por un lado, una ubicación que corresponden a un conjunto de datos que indican la ubicación de un punto en coordenadas y, por otro lado, el valor o información que se tiene en ese punto sobre una característica específica.

Pero las infraestructuras de datos espaciales van más allá, puesto que son el conjunto de tecnologías, políticas, estándares y recursos humanos para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y mejorar la utilización de la información geográfica.

Para brindar estos servicios las IDEs poseen información más allá de los mapas que nos sugiere el concepto, es decir integran datos, metadatos y servicios a las imágenes espaciales administradas.

Hoy en día la mayoría de gobiernos e instituciones importantes a nivel internacional han desplegado Infraestructuras de datos geográficos para brindar diferente clase de información al público en general, que basados en las ideas de OGC, tienen como principio compartir datos y recursos geográficos. Un caso en particular en el Ecuador es el desarrollado por el Instituto Geográfico Militar posee un portal con servicios como visor geográfico, catálogo de datos con la posibilidad de realizar descargas de la información expuesta desarrollado con software libre [5].



### 3. ANÁLISIS DE REQUISITOS

En este capítulo se revisará la información relacionada a la normativa y herramientas que se están utilizando para el desarrollo de infraestructuras de datos espaciales, información que debe ser conocida para establecer características en la elección de los componentes de la infraestructura debido a las normas internacionales y nacionales de Ecuador para el desarrollo de este tipo de proyectos.

#### 3.1 NORMATIVA INTERNACIONAL

Se revisará brevemente la normativa internacional relacionada a los estándares para el desarrollo de infraestructuras espaciales para determinar un marco legal que debe cumplir el proyecto en cumplimiento de lo establecido por la ley ecuatoriana de infraestructura de datos espaciales.

La necesidad de observar la normativa es poder establecer en las herramientas su cumplimiento lo que implica que independientemente de las infraestructuras de datos geoespaciales que sean origen o destino, la información podrá ser utilizada, asegurando su interoperabilidad e independencia.

El tener presente que las herramientas que formarán parte de la infraestructura espacial cumple con una o varias normas o estándares nos ayudará a asegurar que la información podrá ser gestionada por otros sistemas que utilizando otras herramientas hayan sido desarrollado bajo los mismos estándares.

##### 3.1.1 NORMA ISO19115

Esta normativa establece en su primera parte el estándar para la definición de metadatos de propósito general, proporcionando un modelo para describir información o recursos [6].

En su segunda parte en relación a la información geográfica define los elementos de metadatos adicionales necesarios para las imágenes geográficas y los datos malla.

En su tercera parte "Implementación de esquemas XML para conceptos fundamentales" establece esquemas XML necesarios del modelo de metadatos de modo interoperable a través de Internet y compatibles independientemente de la herramienta de creación que se utilice.

##### 3.1.2 NORMA ISO19139

Esta norma "Información Geográfica – Metadatos –Implementación de esquemas XML" [7], define los metadatos geográficos de carácter adicionales que son necesarios para la descripción correcta de la codificación de datos malla e imágenes geográficas, es una implementación derivada de la ISO 19115-2

### 3.1.3 NORMA ISO19112

La normativa de "Información geográfica - Referencia espacial por identificadores geográficos" [8] define el esquema conceptual para las referencias espaciales basadas en identificadores geográficos.

Brinda de forma generalizada un modelo espacial de referencia utilizando identificadores geográficos, establece los componentes requeridos en un sistema de referencia espacial y los componentes esenciales.

### 3.1.4 NORMA ISO TC 211

La normativa de "Información geográfica - Geomática" [9] especifica la forma de adquirir, procesar, analizar, acceder, presentar, transferir la información geográfica digital, mediante métodos, herramientas y servicios entre usuarios y sistemas.

## 3.2 ESTÁNDARES

Hace aproximadamente una década los estándares para la administración de información geoespacial eran un tema controvertido debido al auge de esta nueva tecnología de la información, y se convertía en una necesidad la interoperabilidad entre diferentes sistemas [2].

En la actualidad se cuenta con el Open Geospatial Consortium que es una organización internacional sin fines de lucro fundada en 1994 que se encarga de la creación de estándares abiertos para la información geoespacial en general.

Dentro de OGC manejan el concepto de Especificación Abstracta que se utiliza para proporcionar una base conceptual de las actividades de desarrollo de especificaciones, mediante el uso de interfaces abiertas y protocolos, permitiendo así la interoperabilidad entre sistemas diferentes.

### 3.2.1 ESTÁNDAR DUBLIN CORE

Iniciativa del desarrollo de estándares para describir los recursos de información y facilitar su recuperación, que resultó en 15 descriptores, metadatos que se transformarían en un estándar muy utilizado a nivel global [10].

Es el estándar del Consorcio World Wide Web y el protocolo de búsqueda y recuperación de información Z39.50. Su concepto es la creación de metadatos para describir, identificar, procesar, encontrar y recuperar un documento

El uso de este estándar pretende colocar en la información de la cabecera de los documentos lo necesario para la indexación.

Los metadatos de este estándar, se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Elementos relacionados al contenido: Título, tema, descripción, fuente, lenguaje, relación y cobertura.
- Elementos relacionados al recurso como propiedad intelectual: Autor, editor, colaborador y derechos.
- Elementos relacionados a la instancia del recurso: Fecha, tipo de recurso, formato e identificador.

### 3.3 NORMATIVA ECUATORIANA DE DESARROLLO DE IDES

La entidad encargada de la normalización es el Instituto Ecuatoriano de Normalización, toma como base las recomendaciones internacionales de la Organización Internacional de Estándares (ISO TC 211), World Wide Web Consortium y Open Geospatial Consortium.

Toda la información sobre normativa se encuentra en la aplicación del Sistema Nacional de Información del Ecuador [11] .

Pero la normativa específica relacionada a la información geográfica la trabaja el Instituto Geográfico Militar, que ha desarrollado la normativa técnica referente a estándares de evaluación para productos cartográficos, especificaciones técnicas generales para la realización de cartografía topográfica a cualquier escala, especificaciones técnicas para ortofotos digitales y manual de procedimiento para la digitalización de cartografía a cualquier escala en pantalla.

El Consejo Nacional de Geoinformación (CONAGE) es el encargado de impulsar la producción de información geoespacial, la formulación de políticas relacionadas a la producción, almacenamiento, distribución y aplicación de la geoinformación, y el uso de ellas de una forma fácil.

Esta información se encuentra relacionada en cuanto a los insumos que son parte de la Infraestructura, pero por otra parte se encuentra la tecnología, es decir las herramientas informáticas en las cuales se ejecutarán acciones sobre estos insumos.

Para el ámbito gubernamental la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) indica en los documentos para el Desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales que se debe construir la arquitectura basada en Internet, con protocolos y servicios web.

SENPLADES indica que la administración de la información espacial debe ser ágil y eficiente mediante el uso de catálogos de metadatos con su respectiva conexión a las bases de datos y la prestación de servicios mediante la creación de los geoportales.

En relación a la tecnología promueve el uso y establecimiento de desarrollo mediante software libre y código abierto siendo consecuente con el decreto 1014

dictado por la presidencia que promueve el uso de software libre en las instituciones públicas del Ecuador [12] .

### 3.4 REQUISITOS DEL SISTEMA

Una vez establecido lo indicado por la normativa tanto nacional como internacional y analizado el estado actual de la gestión de la información geoespacial dentro del instituto, se concluye que se requiere desarrollar una infraestructura de datos espaciales.

Si bien al momento se cuenta con información final es decir archivos que permiten el acceso directo a los datos que representan en su ubicación geoespacial, la IDE debe considerar futuros requerimientos de administración y colaboración en la construcción de mapas y sus metadatos.

Se debe poder almacenar la información final en una base de datos que facilite la conexión a las herramientas utilizadas para la modificación de la información y la publicación a los usuarios externos.

Se requiere un servidor especializado en datos espaciales que facilite el acceso a la información mediante los servicios indicados en la normativa y los estándares.

Se necesita construir una herramienta web que facilite el acceso a la información mediante la consulta de datos, la descarga de los archivos y que proporcione los datos de los servicios para que otras infraestructuras de datos geoespaciales puedan acceder a ellos.

Previo al desarrollo de este trabajo se mantuvieron conversaciones con los representantes de las áreas de Prospectiva Energética y Eólica del INER para conocer los requisitos antes mencionados y se consultó el software que se tenía instalado que pudiera limitar o establecer una preferencia de alguno de los componentes de la IDE.

### 3.5 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN LA ACTUALIDAD

En este punto se revisará la información de las diferentes tecnologías y herramientas que se podrían utilizar de acuerdo a los requisitos tecnológicos del proyecto y que son populares para este tipo de desarrollo.

Se debe tener en cuenta que para el desarrollo de servicios web se requiere contar con hardware y software. Con respecto al primero, dado que los servicios están alojados de forma local no se describirá especificaciones de hardware y en cuanto a la puesta en marcha se ha confirmado con el área correspondiente en el INER contar con el soporte de hardware para cualquiera de estas opciones.

En cuanto al software se revisarán las herramientas que integren características que puedan solventar las necesidades que se cubrirán mediante la implementación de la infraestructura de datos espaciales, considerando que la normativa propone la explotación de herramientas de código abierto.

### **3.5.1 BASE DE DATOS GEOGRÁFICAS**

Las bases de Datos Geográficas están compuestas por dos componentes que son el motor de la base de datos y el modulo geográfico, esto es debido a que los datos que se administran son datos compuestos de la parte gráfica y la información asociadas a ellos.

#### **3.5.1.1 MOTOR DE LA BASE DE DATOS**

Los motores de base de datos para datos alfanuméricos y datos relacionales usados habitualmente en estos casos son Oracle, Microsoft SQL, que son software propietario y MySQL y PostgreSQL que son libres. A continuación revisaremos la información relevante de cada una de ellas.

- a) Oracle: Las características de Oracle como base de datos hacen que sea una de las más utilizadas, además del respaldo institucional debido a la cantidad de productos y soluciones que la empresa ha desarrollado, es una base de datos muy completa, que brinda estabilidad, escalabilidad y soporte transaccional.

Sin embargo para este desarrollo específico podemos determinar que esta base de datos no cuenta con características específicas para la gestión de datos geoespaciales. Además que al ser software propietario tiene costos elevados que disminuyen para este caso específico su atractivo.

- b) SQL: Desarrollada por Microsoft el sistema de administración de base de datos relacional brinda como base de datos soporte de transacciones y procedimientos almacenados, un entorno gráfico para la administración, y administración de diferentes servidores de datos.

En sus desventajas se encuentra que debe ser utilizado con el sistema operativo Windows y que al ser propietario tiene costos para el desarrollo del proyecto.

- c) MySQL: Sistema de base de datos relacional con doble licenciamiento GPL/Comercial de Oracle, que en la actualidad es la más popular como software libre, sus características están enfocadas en el desarrollo web siendo utilizado por plataformas como Wikipedia, Facebook y Youtube, entre otras, sin embargo los derechos de autor de la mayoría del código pertenecen a la empresa.

- d) PostgreSQL: Es un sistema de base de datos relacional orientada a objetos, es de código abierto, administrada por una comunidad de desarrolladores, dentro de las características principales que la hacen atractiva para este proyecto, están la capacidad de concurrencia, la variedad de tipos de datos que manejan las bases de datos y la posibilidad de crear tipos de datos propios. Otra de sus ventajas es que se puede trabajar con ella independientemente del sistema operativo. Debido a las características y necesidades que se desean cubrir en este proyecto se trabajará con PostgreSQL, las características específicas se revisarán en el siguiente capítulo.

### 3.5.2 MÓDULO GEOGRÁFICO

Los módulos geográficos son los encargados de soportar la información complementaria de los datos que convierte la base de datos en una base de datos espacial, además de prestar tipos de servicios externos e internos específicos para el tipo de información.

#### 3.5.2.1 CATÁLOGO DE METADATOS

Se debe considerar que los datos geográficos tienen un componente espacial que se refiere a la posición geográfica dentro de un sistema de referencia de coordenadas, que es el marco geográfico que brinda la ubicación que es el *¿Dónde?*, y el componente temático que corresponde a la información que se tiene sobre esa ubicación, que responde el *¿Qué?*.

Los metadatos son datos de los datos, es información relevante relacionada que ayuda mediante la descripción a entender de mejor manera la información, brindando ayuda para la interpretación a los usuarios, y son menos voluminosos que los datos en sí.

Los metadatos pueden brindar información sobre los componentes espaciales o temáticos de los datos geoespaciales, es importante que se generen tantos metadatos como se requiera, sin embargo el análisis dependerá del nivel de gestión que dentro de la organización se desee, ya que pueden darse casos en que los metadatos sean prácticamente irrelevantes o bien completamente imprescindibles.

Los catálogos más conocidos en administración de datos son:

- a) CatMDEdit: Es una herramienta de edición de metadatos que facilita documentación de recursos, es una iniciativa del Instituto Nacional Geográfico de España, de la Universidad de Zaragoza y la colaboración de GeoSpatiumLab [13]. Está implementada en Java, es multiplataforma, tiene versiones en diferentes idiomas, gestiona diferentes repositorios de metadatos. Está

desarrollada considerando las normas ISO 19115:2003 “Geographic Information – Metadata” y los perfiles NEM (“Núcleo Español de Metadatos”).

- b) Grass Gis: Siglas de Geographic Resources Analysis Support System, desarrollado por el laboratorio de investigación del cuerpo de Ingenieros del ejército de Estados Unidos durante 1982 y 1995 en Champaign [14] ; Illinois para dar soporte para la gestión de recursos naturales a cargo del ejército, debido a la falta de una herramienta en el mercado.

En 1991 se publica en internet para uso libre, trabaja en plataformas Unix y Linux, existe un proyecto paralelo para Windows, permite la administración y análisis de datos geoespaciales, procesamiento de imágenes, modelamiento espacial, producción gráfica y de mapas.

Está desarrollado en C y C++, utilizado ampliamente en el mundo académico, y una de sus principales características es la manipulación de datos y ráster, con una interfaz gráfica intuitiva, e interactúa con dispositivos como impresoras, trazadores y digitalizadores.

- c) Geonetwork: Es una aplicación de software libre y código abierto, desarrollado por organismos de las Naciones Unidas, trabaja como un entorno de administración de la información geoespacial descentralizado y estandarizado, sus características permiten la colaboración entre organizaciones que mediante el uso del protocolo Z39.50 permite el acceso a catálogos remotos mediante internet y la configuración de sus servicios [15].

Dentro de sus características principales están la creación y administración de perfiles permitiendo la colaboración, funciones para la edición y búsqueda de metadatos, visor de mapas basado en Openlayers. Desarrollado en Java, funciona en la mayoría de Sistemas Operativos, posee versiones en diferentes lenguajes.

Soporta los estándares ISO 19115/119/110 y el formato Dublin Core para el editor de metadatos, permite establecimiento de grupos de trabajo lo que ayuda a la colaboración por lo que se decide trabajar con esta herramienta para catálogo de metadatos.

### **3.5.2.2 SERVIDOR GEOESPACIAL**

Los servidores de mapas almacenan, modifican y administran los mapas como un tipo de dato, es decir se organiza la información de los mapas tanto como una unidad como por sus componentes, y permiten la visualización previa de la información. Para

dar un ejemplo se mencionarán los servidores geoespaciales más utilizados en infraestructuras de dato espaciales

- a) MapServer: Desarrollado por la Universidad de Minnesota y cooperación de la NASA [16], es una plataforma de código abierto para realizar aplicaciones de sistemas de información geoespacial, está desarrollado en C, trabaja bajo los más conocidos sistemas operativos, la información visualizada son archivos de tipo shape, solo las imágenes PNG, GIF y JPEG se usan al hacer conexión entre servidor y cliente, la interfaz del cliente se puede programar en HTML o Javascript.

La información del funcionamiento está en un fichero .map donde los datos se organizan en capas, las cuales se dividen en clases, que contiene entre otras la definición de estilos gráficos, posee una interfaz de programación de aplicaciones Mapscript mediante lenguajes como PHP, Java, Perl, Python, C# y Rubí.

- b) Deegree: Es una herramienta de código abierto y licencia libre, que permite la implementación de los servicios web de OGC y de la Iniciativa INSPIRE [17], desarrollado en Java y con licencia de código abierto, permite su uso para cualquier propósito, su característica principal es la capacidad de brindar servicios simples o múltiples. Se ha creado una comunidad formado por los usuarios, desarrolladores, Committers que son quienes pueden realizar cambios en el código de la herramienta, el Comité de Gestión Técnica y el Comité Directivo del Proyecto.
- c) Geoserver: Es un servidor de código abierto para compartir datos geoespaciales, forma parte del OGC [18], brinda interoperabilidad debido a que soporta múltiples formatos y estándares, una interfaz de usuario intuitiva, además de permitir la implementación de los servicios.

Está basado en Java, permite a sus usuarios la consulta, y edición de datos geoespaciales, permite diferentes formatos de salida, integra bibliotecas como OpenLayers que facilita la visualización de la información, cuenta con un soporte técnico y abundante documentación para cada una de sus versiones desarrolladas. Posee una comunidad de desarrolladores y debido a su popularidad cuenta con soporte comercial. Debido a la interfaz y a la versatilidad de tipos de archivos con los que trabaja se decide utilizarlo como servidor geoespacial.



## 4. DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES

En este capítulo se realizará el análisis para la elección de las herramientas, su funcionalidad y características las cuales serán determinantes para el funcionamiento de la infraestructura de datos espaciales de acuerdo a las necesidades actuales y futuras que puedan surgir dentro de la gestión de la información geoespacial.

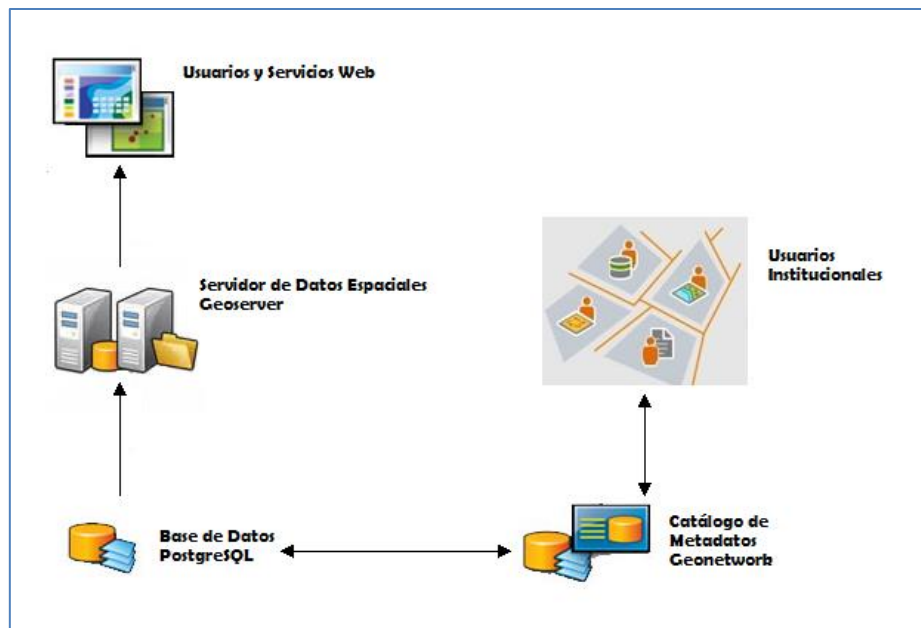
### 4.1 ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES

Teniendo en consideración que no se pueden realizar reuniones presenciales con los usuarios y encargados de área de INER, en base a los requisitos y de acuerdo a mi experiencia laboral en la institución se formula de forma colaborativa un documento gestionando información relacionada a la investigación de las características, pongo en su conocimiento lo que se puede hacer con las herramientas que formarán parte de la infraestructura.

Como conclusión se llega a indicar lo que cada uno de los módulos de la infraestructura debe proveer:

- El catálogo de metadatos debe ser una herramienta versátil y personalizable con la configuración necesaria para la realización del trabajo colaborativo de información geoespacial dentro del Instituto.
- La base de datos debe soportar información geoespacial y debe prestar servicios de conexión tanto para el catálogo de metadatos, como para el servidor geoespacial.
- El servidor de datos espaciales debe contener la información geoespacial definitiva generada por los proyectos, poder establecer conexión con la base de datos, brindar servicios de acceso y soportar diferentes tipos de archivos de información georreferenciada.
- Se debe establecer para las herramientas diferentes tipo de acceso a la información, los usuarios internos con acceso a la información de sus proyectos, y los externos solo permisos de consulta y visualización de información final.
- Se debe desarrollar una web que pueda prestar al público en general los servicios de acceso a la información del servicios geoespacial y que a la vez pueda mostrar de manera gráfica e interactiva la información ya disponible de los proyectos del área de Energías Renovables Eólica.

Definidos los requisitos y analizadas las herramientas disponibles bajo código abierto, se consideró el desarrollo de la infraestructura mostrada en la figura 5, para la gestión de la información con la que se cuenta en la actualidad, pero dejar establecidas las configuraciones para los desarrollos futuros que se requieran implementar o mejorar.



**FIGURA 5 DIAGRAMA DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES**

Hay que mencionar que dentro de la infraestructura no se ha considerado software de seguridad y protección debido a que la institución cuenta con una infraestructura web desarrollada que ya implementa estos servicios y que los servicios a usuarios externos mediante la web se desarrolla como un módulo adicional al sistema PCIE.

Para la selección de los elementos de la infraestructura se constató que el instituto al momento trabaja con Geoserver como servidor de información geográfica, por lo que es recomendable utilizar el mismo servidor en este proyecto.

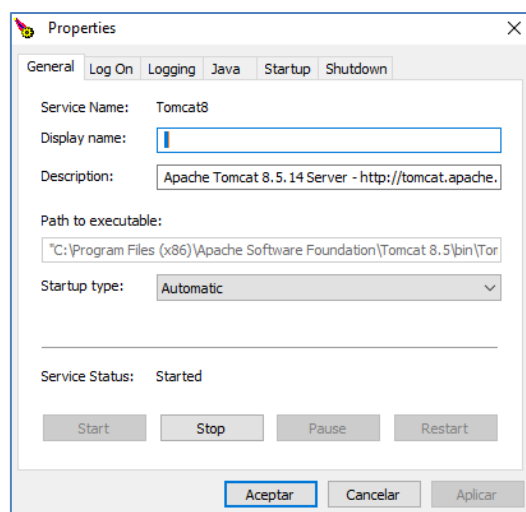
A continuación revisaremos cada uno de los componentes, su configuración y cómo se espera que en el futuro complementen la infraestructura de datos espaciales.

## 4.2 SERVIDOR CONTENEDOR

El servidor contenedor que se ha utilizado para el desarrollo de este proyecto es Apache Tomcat, debido a su versatilidad, la versión utilizada la 8.5, es importante considerar que en la instalación se debe configurar el puerto 9090 del servidor para evitar conflictos con los demás componentes, se lo considera el contenedor de las herramientas a utilizar para la IDE.

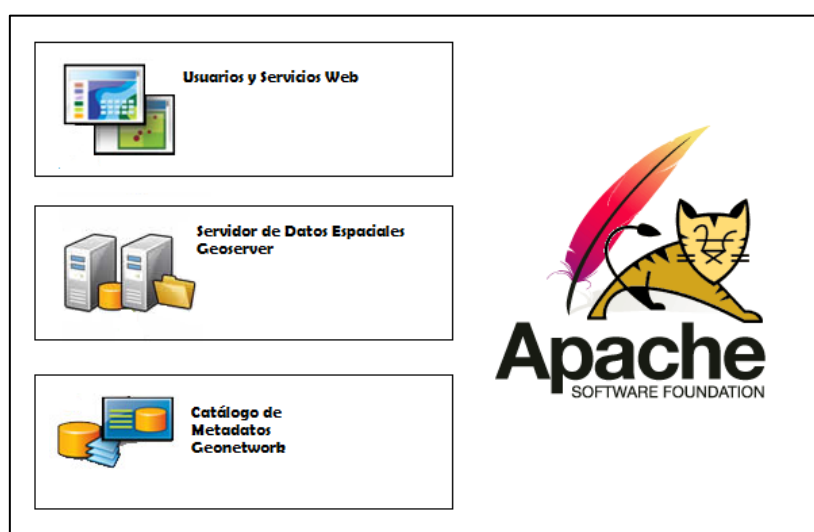
Este contenedor será el soporte servidor de las diferentes herramientas y servidores a utilizar en la Infraestructura de Datos espaciales, su instalación es explicada en el capítulo 6, anexo 1.

Para facilitar el inicio del servicio se configuró de forma automática como lo muestra la figura 6.



**FIGURA 6 CONFIGURACIÓN AUTOMÁTICA DE SERVICIO**

Para que el servidor pueda tener acceso a las herramientas de la infraestructura también se debe copiar en la carpeta webapps en la ruta C:\Program Files (x86)\Apache Software Foundation\Tomcat 8.5\ las carpetas con el nombre de las aplicaciones que se ejecutarán en el servidor, la figura 7 muestra los servicios que contiene el servidor.



**FIGURA 7 DIAGRAMA DE SERVICIOS DE APACHE TOMCAT**

Esto facilitará el desarrollo en local, simulando un servidor de internet con cada uno de los diferentes servicios y las correspondientes configuraciones de puertos y de conexión entre ellos, sin la necesidad de costes adicionales en el desarrollo del proyecto.

### 4.3 CATÁLOGO DE DATOS

Para el catálogo de metadatos se utiliza Geonetwork 3.2.1, el proceso de instalación se encuentra en el capítulo 6, anexo 2, es importante indicar que el uso de

esta herramienta permitirá la cooperación institucional para la mejora de los mapas y sus metadatos.

Esta herramienta se compone de una base de datos que permite el almacenamiento y gestión de metadatos, un motor de búsqueda de texto de metadatos y una herramienta que los adapta a plantillas.

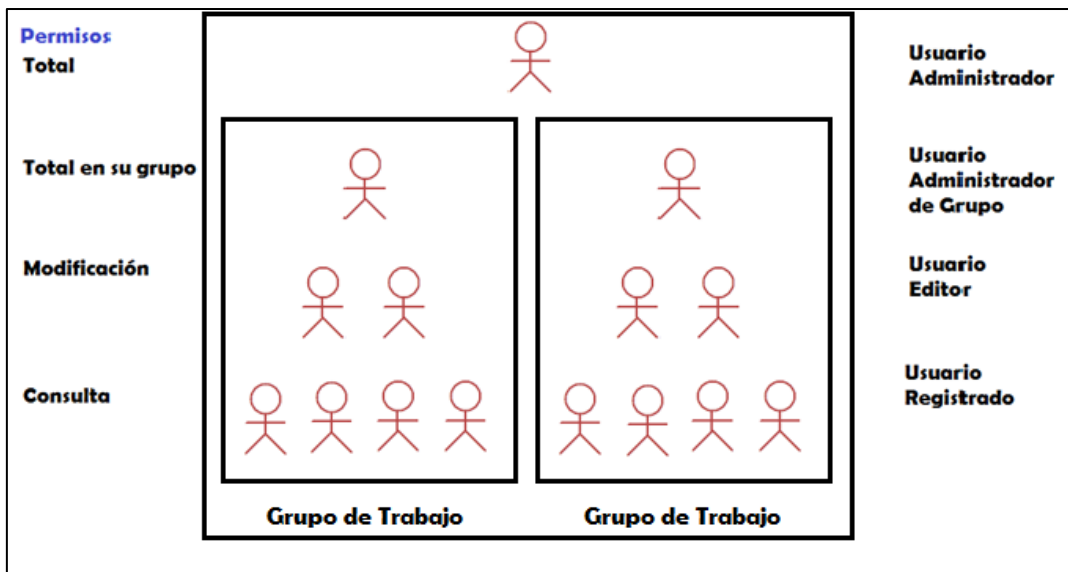
Una de sus características más importantes es que contiene un visor de mapas web interactivo que facilita a los usuarios la comprensión de la información a la que está accediendo.

En un catálogo Geonetwork Open Source los usuarios no requieren de privilegios para tener acceso a la información, pero para acceder a información restringida u otras funcionalidades se requiere una cuenta, es el administrador quien proporciona las cuentas según los perfiles de usuarios creados [15].

#### 4.3.1 GESTIÓN DE USUARIOS

En el desarrollo de esta infraestructura se va a explotar la característica que posee la herramienta respecto a la administración de usuarios de acuerdo a lo observado en el análisis de las necesidades para el diseño del sistema.

Mediante la administración de usuarios permitirá gestionar la información de forma controlada y organizada dentro de la institución, así el acceso a la información será un proceso automático, que contará con la información de los proyectos cerrados y en desarrollo. En la figura 8 se encuentra el diagrama de los perfiles de usuarios y describe los accesos correspondientes.



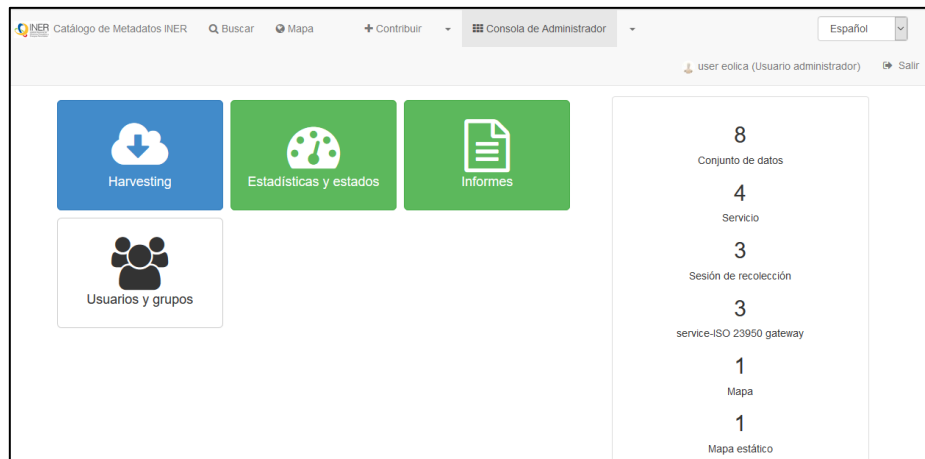
**FIGURA 8 DIAGRAMA DE PERFILES DE USUARIO**

- **Administrador del Catálogo:** Es el responsable de la gestión general de la herramienta y posee acceso a toda la información con todos los permisos posibles, pero su labor es más de carácter administrativo de la herramienta ya que es quien puede realizar la creación de grupos de trabajos y de usuarios. También tiene la capacidad de establecer las características de los servicios, personalizar los metadatos por defecto, y añadir servidores o catálogos remotos y permitir el acceso a su información, administrar las plantillas y la interfaz del catálogo. Para ello cuenta con un panel de control de administrador que se muestra en la figura 9, donde ingresando a cada uno de los módulos puede modificar la configuración por defecto de la herramienta.



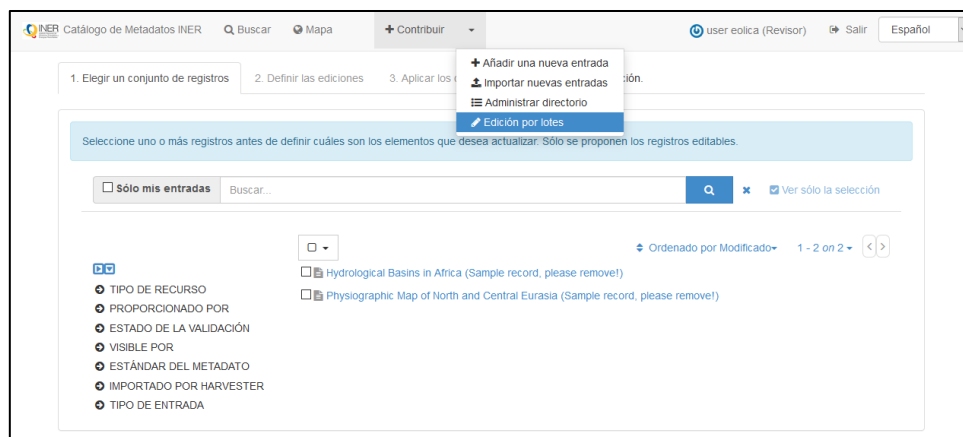
**FIGURA 9 PANEL DEL USUARIO ADMINISTRADOR DEL CATÁLOGO**

- **Grupo de Trabajo:** Es un espacio lógico creado por el administrador donde se encuentra información para la cual el administrador de grupo y los usuarios registrados tienen diferentes niveles de acceso. Cada grupo posee información como nombre, descripción y categorías que describen el tipo de información que puede gestionarse en el grupo.
- **Usuario Administrador de Grupo:** Es el responsable de la administración de la información dentro del Grupo, su panel de control se muestra en la figura 10, pero la característica importante de este perfil es la capacidad de contribución, es decir poder añadir o importar nuevas entradas al grupo de trabajo, también puede sacar estadísticas de los contenidos y verificar el estado de los servicios de las entradas pertenecientes al grupo. Adicionalmente puede gestionar usuarios dentro de su grupo.



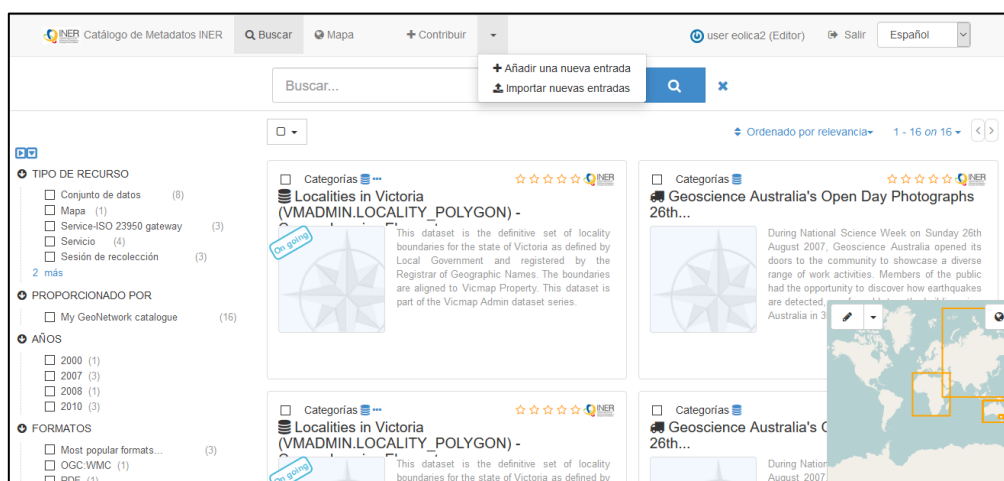
**FIGURA 10 PANEL DEL USUARIO ADMINISTRADOR DE GRUPO**

- El usuario Revisor es el que tiene la capacidad de publicar los metadatos en intranet o internet, puede revisar los metadatos de su grupo y autorizar su publicación. Su área de trabajo se muestra en la figura 11.



**FIGURA 11 ÁREA DE TRABAJO USUARIO REVISOR**

- El usuario Editor puede crear, editar, eliminar e importar metadatos en el grupo en el que se encuentra asignado, por tanto no posee un panel de control sino un tablero de trabajo como se muestra en la figura 12.



**FIGURA 12 ÁREA DE TRABAJO USUARIO EDITOR**

- El usuario registrado de un grupo solo tiene un permiso adicional que los usuarios visitantes que es el permiso de descarga de información de datos protegidos dentro del grupo de trabajo.

Hay que tener ciertas consideraciones para el otorgamiento de roles, un usuario puede tener solo un perfil de usuario asociado, pero puede pertenecer a uno o más grupos de trabajo, la configuración del perfil de usuario y el grupo y sus combinaciones indica cuáles son las acciones que puede realizar en el sistema, registros o metadatos.

### 4.3.2 SERVICIOS DEL CATÁLOGO

Esta característica permitirá que la infraestructura pueda tener interoperabilidad entre diferentes sistemas, para ello se trabajarán las diferentes opciones de la configuración.

Geonetwork permite establecer los accesos a los metadatos mediante la activación de los diferentes servicios, también permite importar la información desde fuentes externas.

Para mantener abierto el acceso de la información geoespacial los gobiernos, empresas y entidades que han desarrollado infraestructuras de datos espaciales ponen a disposición del público los servicios de los catálogos de datos, para esto colocan un texto que corresponden a las características del servicio, ubicación y contraseñas que permiten acceder a la información desde otros catálogos o herramientas.

Esto permitirá configurar el catálogo de metadatos para acceder a información de servidores remotos y también ser fuente de información para otros sistemas de información geoespacial, como se muestra en la figura 13 el administrador puede realizar la configuración a servidores externos.

**FIGURA 13 PANTALLA DE CONFIGURACIÓN DE SERVIDORES**

Existe versatilidad para la importación y exportación de información desde el catálogo de metadatos ya que permite también conectar la herramienta a bases de datos mediante el cambio de datos en el archivo jetty-env.xml de configuración del directorio donde se encuentra instalado Geonetwork C:\Geonetwork\web\geonetwork\WEB-INF y los datos son los correspondientes a la Base de Datos con la cual vamos a trabajar, como se ve en la figura 14, en nuestro caso con PostgreSQL.



```

<Configure class="org.eclipse.jetty.webapp.WebAppContext">
  <New id="gnresources" class="org.eclipse.jetty.plus.jndi.Resource">
    <Arg></Arg>
    <Arg>jdbc/geonetwork</Arg>
    <Arg>
      <New class="org.apache.commons.dbcp.BasicDataSource">
        <Set name="driverClassName">org.postgis.DriverWrapper</Set>
        <Set name="url">jdbc:postgresql_postGIS://localhost:5432/qndb</Set>
        <Set name="username">postgres</Set>
        <Set name="password">postgres</Set>
        <Set name="validationQuery">SELECT 1</Set>
        <Set name="maxActive">10</Set>
        <Set name="maxIdle">10</Set>
        <Set name="removeAbandoned">true</Set>
        <Set name="removeAbandonedTimeout">3600</Set>
        <Set name="logAbandoned">true</Set>
        <Set name="testOnBorrow">true</Set>
        <Set name="defaultAutoCommit">false</Set>
        <Set name="defaultTransactionIsolation">2</Set>
        <Set name="accessToUnderlyingConnectionAllowed">true</Set>
      </New>
    </Arg>
    <Call name="bindToENC">
      <Arg>jdbc/geonetwork</Arg>
    </Call>
  </New>
</Configure>

```

FIGURA 14 CÓDIGO DE CONFIGURACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Otras de las características que se pueden destacar que facilitarán la gestión de la información desde el punto de vista del usuario es la búsqueda que permite mediante filtrado de datos mostrar la información de los mapas dentro del catálogo que coinciden con el dato, en cualquiera de sus metadatos.

También el administrador puede establecer la plantilla de los estándares con los que trabajará el catálogo, es decir designa la plantilla de metadatos a utilizar según las necesidades de la institución, lo que aporta granularidad a la información, e interoperabilidad entre sistemas, como se puede ver en la figura 15.

Cargar ejemplos y plantillas de los estándares seleccionados

## Estándares disponibles

0 seleccionado▼

☐ Geographic information -- Metadata (iso19139)  
 ISO 19115 defines the schema required for describing geographic information and services by means of metadata. It provides information about the identification, the extent, the quality, the spatial and temporal aspects, the content, the spatial reference, the portrayal, distribution, and other properties of digital geographic data and services. ISO 19115 is applicable to: - the cataloguing of all types of resources, clearinghouse activities, and the full description of datasets and services; - geographic services, geographic datasets, dataset series, and individual geographic features and feature properties. ISO 19115 defines: - mandatory and conditional metadata sections, metadata entities, and metadata elements; - the minimum set of metadata required to serve most metadata applications (data discovery, determining data fitness for use, data access, data transfer, and use of digital data and services); - optional metadata elements to allow for a more extensive standard description of resources, if required; - a method for extending metadata to fit specialized needs. Though ISO 19115 is applicable to digital data and services, its principles can be extended to many other types of resources such as maps, charts, and textual documents as well as non-geographic data. Certain conditional metadata elements might not apply to these other forms of data.  
[Más información..](#)

☐ Dublin core (for CSW only) (csw-record)

☐ Dublin core (dublin-core)  
[Más información..](#)

☐ Geographic information -- Methodology for feature cataloguing (iso19110)  
[Más información..](#)

**FIGURA 15 PLANTILLAS DE GEONETWORK**

También cuenta con la generación de información estadística de los accesos a la información, permitiendo conocer por ejemplo la popularidad de los metadatos, o conocer fácilmente el número de entradas y plantillas que se tienen en el catálogo.

Estado	Buscar estadísticas	Estadísticas de contenido	Información	versioning
--------	---------------------	---------------------------	-------------	------------

Estadísticas de contenido del catálogo	
Número de entradas	16
Número de entradas de harvester	0
Número de plantillas	26
Número de entradas de directorio	6
Número de entradas de metadatos públicos	43
Exportar como CSV	

Popularidad de los metadatos	
Más popular	
Template for Vector data in ISO19139 (preferred!)	1
Localities in Victoria (VMADMIN.LOCALITY_POLYGON) - Comprehensive Elements	0
Geoscience Australia's Open Day Photographs 26th August 2007	0
Localities in Victoria (VMADMIN.LOCALITY_POLYGON) - Comprehensive Elements	0
Geoscience Australia's Open Day Photographs 26th August 2007	0

**FIGURA 16 INFORMES ESTADÍSTICOS**

En esta sección se ha determinado las características principales de la herramienta que se han aplicado en el desarrollo de la infraestructura, un estudio más detallado o el

uso cotidiano de la herramienta ayudará a los usuarios a explotar de mejor manera su potencial como por ejemplo las búsquedas avanzadas, o la personalización de los metadatos, creación de categorías, uso de múltiples idiomas, incrementando la calidad de la información.

#### 4.4 BASE DE DATOS

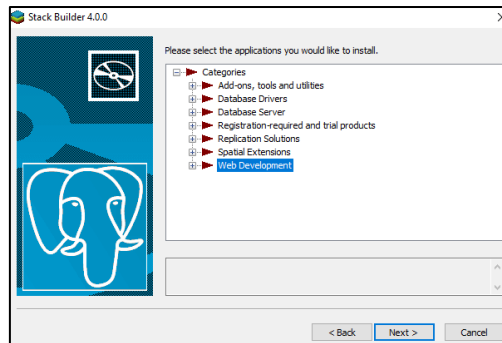
La base de datos utilizada para la infraestructura es PostgreSQL debido a que es software libre y dentro de sus características para este proyecto se explotarán el soporte de los accesos mediante un sistema de acceso concurrente multiversión, que permite acceso a las tablas sin bloqueos, donde todos los usuarios ven la misma información desde el último commit ejecutado [19].

La variedad de tipos de datos nativos que posee como por ejemplo texto de largo ilimitado, figuras geométricas, números con precisión arbitraria, entre otros.

También permite la creación de datos propios de los usuarios, como los datos de los gestores de sistemas espaciales, lo que permitirá brindar versatilidad para la creación de datos específicos de acuerdo a la necesidades de los propósitos de los proyectos.

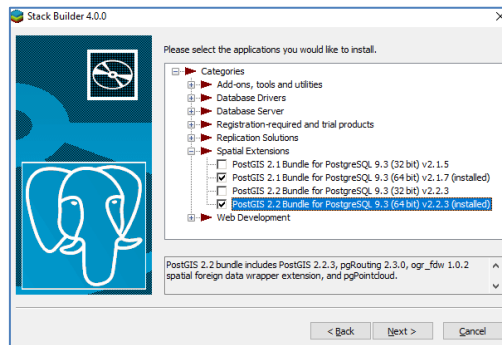
El rol de la Base de Datos en la infraestructura de datos espaciales se ha configurado para albergar la información final geoespacial que los usuarios previamente han trabajado en sus herramientas y compartido en el catálogo de metadatos, y poder subirla a Geoserver.

PostgreSQL posee el módulo Stack Builder, el cual se puede observar en la figura 17, que permite agregarle componentes, estos deben ser escogidos de acuerdo a las características de trabajo con las que se va a utilizar la herramienta, entre ellos podemos observar paquetes para replicación de la base de datos, paquetes de extensiones espaciales que contienen PostGIS para PostgreSQL, herramientas de desarrollo web entre otras.



**FIGURA 17 PLUGINS DE STACK BUILDER**

En la instalación de los paquetes se debe seleccionar lo requeridos para la importación de información de tipo espacial como lo muestra la figura 18. Ya que una vez instalados permitirán la creación de bases de datos que se podrán importar directamente a Geoserver y establecer así una gestión directa de la información entre ambas herramientas.



**FIGURA 18 INSTALACIÓN DE EXTENSIONES DE DATOS ESPACIALES**

Los roles que se deben crear en la base de datos deben ser analizados por los responsables del área de sistemas en trabajo conjunto con los directores de áreas, bajo un análisis de requisitos y necesidades que a futuro se les pueda presentar a los usuarios.

Se debe crear un esquema para la organización de la base de datos, debido a que contamos con una herramienta previa que es Geonetwork podría utilizarse la misma para los accesos es decir un administrador responsable de la base de datos y luego diferentes administradores de grupo para cada área que vaya generando información.

Para realizar la conexión entre las herramientas Geonetwork y PostgreSQL se debe seleccionar en el archivo `srv.xml` que se encuentra en la ubicación `C:\Geonetwork\web\geonetwork\WEB-INF\config-node` la fuente en este caso que se trata de una base de datos PostgreSQL, como se muestra en la figura 19.

```

<beans xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
       default-lazy-init="true"
       xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
       xsi:schemaLocation="
           http://www.springframework.org/schema/beans http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans.xsd">

    <import resource="classpath*:./config-spring-geonetwork.xml"/>
    <import resource="./config-db/database_migration.xml"/>

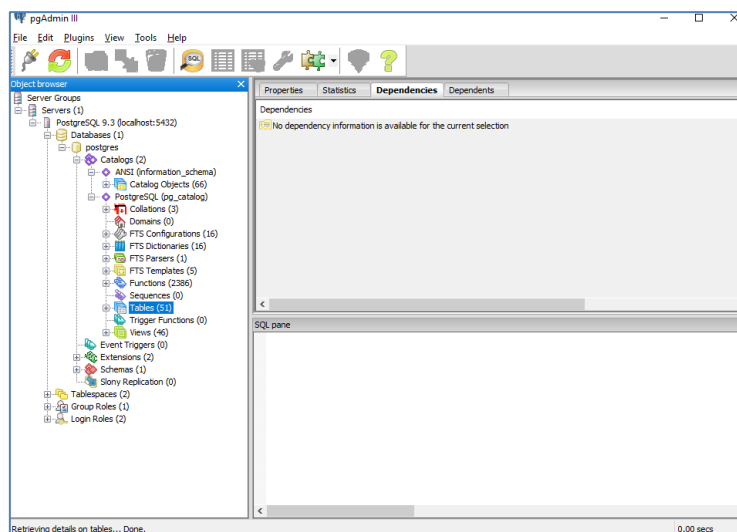
    <bean id="nodeInfo" class="org.fao.geonet.NodeInfo">
        <property name="id" value="srv"/>
        <property name="defaultNode" value="true"/>
    </bean>

    <!-- Uncomment the database configuration you need to use -->
    <!-- <import resource="./config-db/h2.xml"/> -->
    <!--<import resource="./config-db/jndi-postgres-postgis.xml"/> -->
    <!--<import resource="./config-db/oracle.xml"/>-->
    <!--<import resource="./config-db/mysql.xml"/> -->
    <!--<import resource="./config-db/db2.xml"/> -->
    <import resource="./config-db/postgres.xml"/>
    <!--<import resource="./config-db/sqlserver.xml"/> -->
    <!--<import resource="./config-db/postgres-postgis.xml"/> -->
</beans>

```

**FIGURA 19 CONFIGURACIÓN GEONETWOK – POSTGRESQL**

Para activar estas modificaciones es importante que el servicio de Apache Tomcat se inicie utilizando el archivo startup.sh desde la carpeta C:\Program Files (x86)\Apache Software Foundation\Tomcat 8.5\bin y al refrescar la base de datos postgres se actualiza con la información del catálogo de datos como lo muestra la figura 20.



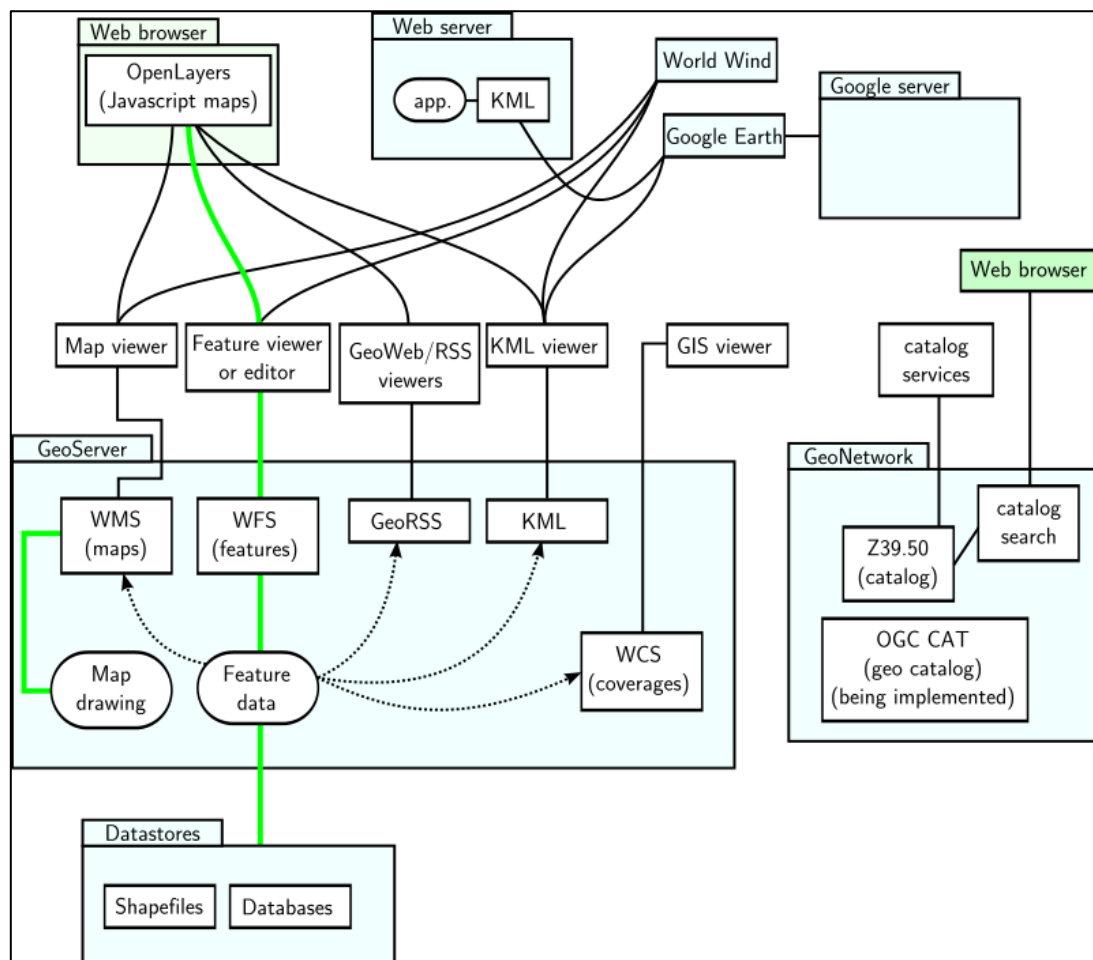
**FIGURA 20 BASE DE DATOS DEL CATÁLOGO**

#### 4.5 SERVIDOR DE DATOS GEOESPACIALES

Para trabajar como servidor de datos geospaciales se ha determinado trabajar con Geoserver debido a que en la actualidad está siendo utilizada en el INER, además de ser software libre posee características importantes para la infraestructura, su instalación se detalla en el capítulo 6, anexo 4.

La forma en que Geoserver [20] permite la organización de la información facilita la creación de esquemas de trabajo según las necesidades del instituto, donde por cada una de las áreas de trabajo se ha creado un espacio de trabajo que permitirá diferenciar la información y controlar los accesos.

En la figura 21 [18] se visualiza la forma en que trabaja Geoserver en cuanto a la administración de los servicios que ofrece para el acceso a los datos geospaciales. La configuración de los servicios es de vital importancia ya que es lo que permitirá el acceso en diferentes niveles a los espacios de trabajo y capas que se encuentren dentro del servidor.



**FIGURA 21 ESQUEMA DE SERVICIOS DE GEOSERVER [18]**

Geoserver permite el uso de los servicios WCS, WMS, WFS, GeoRSS y KML en este proyecto utilizaremos los tres primeros debido a las necesidades de conexión y acceso a la información:

- Servicio de Cobertura de Red (Web Coverage Service WCS): Este servicio permite gestionar la información geoespacial mediante la web independiente de la plataforma, permite la transferencia de coberturas, que

son los objetos (mapas/información) mediante la administración de solicitudes que recibe el servidor enviadas desde el cliente. Este servicio debe ser proporcionado debido a la normativa de liberación de la información al usuario, en este sentido se dirige a usuarios que tengan conocimiento para modificar y analizar los metadatos.

- Servicio Web Map (Web Map Service WMS): Permite la reproducción gráfica de la información gráfica y de metadatos almacenada en el servidor según el requerimiento del cliente, en nivel de consulta. Mediante los datos incrustados en la URL del navegador se indica al servidor qué información está solicitando visualizar y se sirve la imagen del mapa. Este servicio está dirigido al usuario que tiene necesidad de consultar de forma simple la información.
- Servicio Web de Funciones (Web Feature Service WFS): Permite un acceso directo donde se puede realizar operaciones de modificación a la información que se ha entregado al cliente.

GeoRSS es dentro del estándar Really Simple Syndication (Sindicación Realmente Simple, RSS) la forma de compartir información geográfica, mientras que KLM permite la generación de código que es interpretado para mostrar la información geográfica en Google Earth.

En Geoserver se ha creado un espacio de trabajo llamado Eólica donde se han colocado los recursos proporcionados por el instituto, que se encuentran en la ubicación C:\Geoserver\GeoServer 2.7.1.1\data\_dir\workspaces\Eolica.

Este espacio de trabajo contará con los servicios antes mencionados y es lo que permitirá a usuarios externos acceder a la información de las capas almacenadas, y es el servicio WMS que mediante la solicitud de la web se encargará de hacer la consulta a la información requerida por el usuario externo.

En la creación del espacio se le da nombre y se indica el indicador de recursos uniformes (URI) que servirá para dar accesos a los recursos del espacio, además permite editar la información relacionada al responsable del espacio e indicar que servicios se activarán de forma local o global de acuerdo a la figura 22.

**Editar espacio de trabajo**

Editar un espacio de trabajo existente

**Nombre**  
Eolica

**URI del espacio de nombres**  
http://localhost:9090/geoserver/Eolica  
El URI del espacio de nombres asociado con este espacio de trabajo

**Espacio de trabajo por defecto**  
☒

**Settings**

Enabled  
☐

**Services**

☒ WCS  
☒ WFS  
☒ WMS

**Guardar** **Cancelar**

**FIGURA 22 CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO DE TRABAJO**

Posterior al espacio de trabajo se crean los almacenes de datos, de acuerdo a los mostrado en la figura 23, que son los archivos geográficos y sus correspondientes metadatos, se selecciona el tipo de archivo que se almacenará y dependiendo de ello se debe ingresar la información correspondiente al espacio de trabajo al cual pertenece, información relacionada al origen de los datos y la URL donde se encuentra físicamente la información.

**Nuevo origen de datos**

Seleccione el tipo de origen de datos que desea configurar

**Origenes de datos vectoriales**

- Directory of spatial files (shapefiles) - Takes a directory of shapefiles and exposes it as a data store
- PostGIS - PostGIS Database
- PostGIS (JNDI) - PostGIS Database (JNDI)
- Properties - Allows access to Java Property files containing Feature information
- Shapefile - ESRI(tm) Shapefiles (\*.shp)
- Web Feature Server (NG) - Provides access to the Features published a Web Feature Service, and the ability to perform transactions on the server (when supported / allowed).

**Origenes de datos raster**

- ArcGrid - Arc Grid Coverage Format
- GeoTIFF - Tagged Image File Format with Geographic information
- Gtopo30 - Gtopo30 Coverage Format
- ImageMosaic - Image mosaicking plugin
- WorldImage - A raster file accompanied by a spatial data file

**Otros orígenes de datos**

- WMS - Configura un Web Map Service en cascada

**FIGURA 23 CREACIÓN DE ALMACÉN DE DATOS**

Geoserver permite tener diferentes tipos de orígenes de datos, ya sea desde archivos tipo shapefile o desde bases de datos PostGIS, esto permitirá a la infraestructura administrar de forma directa desde la base de datos la información que será publicada en el servidor de datos geoespaciales. La forma de gestionar la información desde PostgreSQL a Geoserver se explica en el capítulo 6, anexo 5.



Una vez completada la información se procede a la publicación, donde se puede personalizar la información de los datos, publicación, dimensiones y gestión de memoria. En la figura 24 se puede observar parte de los datos: se establece información como palabras clave, el sistema de referencia de coordenadas y se puede establecer vínculos a metadatos.

**Editar capa**  
Editar los datos de la capa y la información de publicación

**Eolica:Densidad del Aire**  
Configure el recurso y la información de publicación para esta capa

Datos   **Publicación**   Dimensions   Tile Caching

**Información básica del recurso**

**Nombre**  
Densidad del Aire  
☒ Habilitado  
☒ Advertised

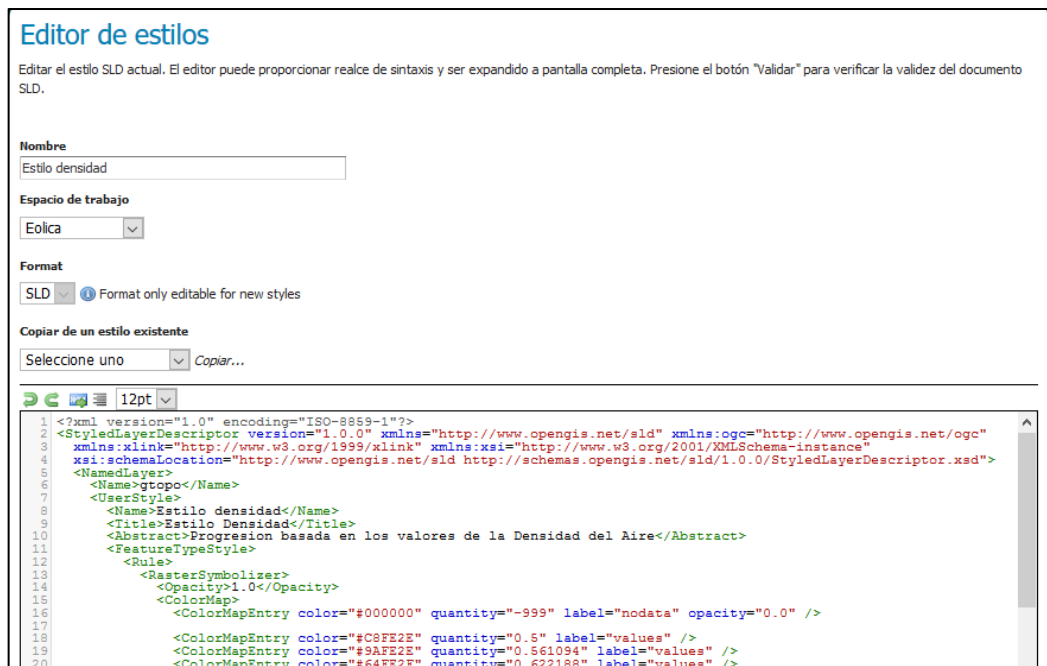
**Título**  
Densidad del Aire

**Resumen**  
Information acquired from the INER Projects and public institutions to establish the air density in the Ecuadorian Territory

**Palabras clave**

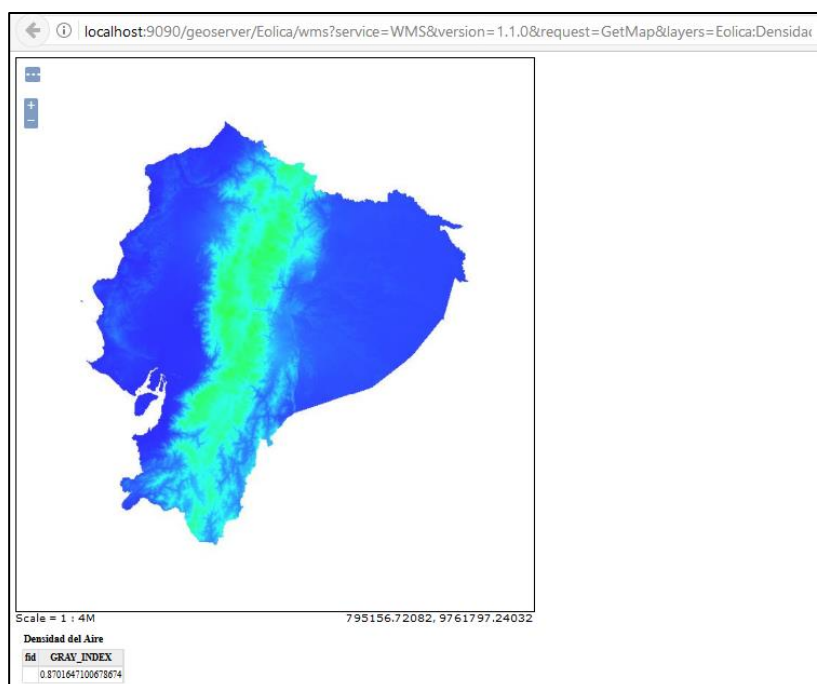
**FIGURA 24 PUBLICACIÓN DE DATOS**

En la publicación es importante la configuración de los diferentes servicios ya que permite personalizar la vista de la información, para ello en los archivos que se forman parte del espacio de trabajo Eólica se han creado los estilos ya que los mapas además de brindar información mediante sus metadatos, también se gestionan mediante código de color, para ello se procedió a codificar de acuerdo a lo solicitado por el INER. Para la programación del estilo se usa lenguaje de marcado XML de acuerdo a la figura 25, además permite importar estilos o utilizar de los incluidos por defecto.



**FIGURA 25 EDITOR XML DE ESTILOS**

Geoserver permite acceder de forma gráfica a la información, mediante la pre visualización con Openlayers se extiende un navegador donde aparece el mapa y al seleccionar un punto en específico se muestra el metadato asociado, como se muestra en la figura 26.



**FIGURA 26 PREVISUALIZACIÓN CON OPENLAYERS**

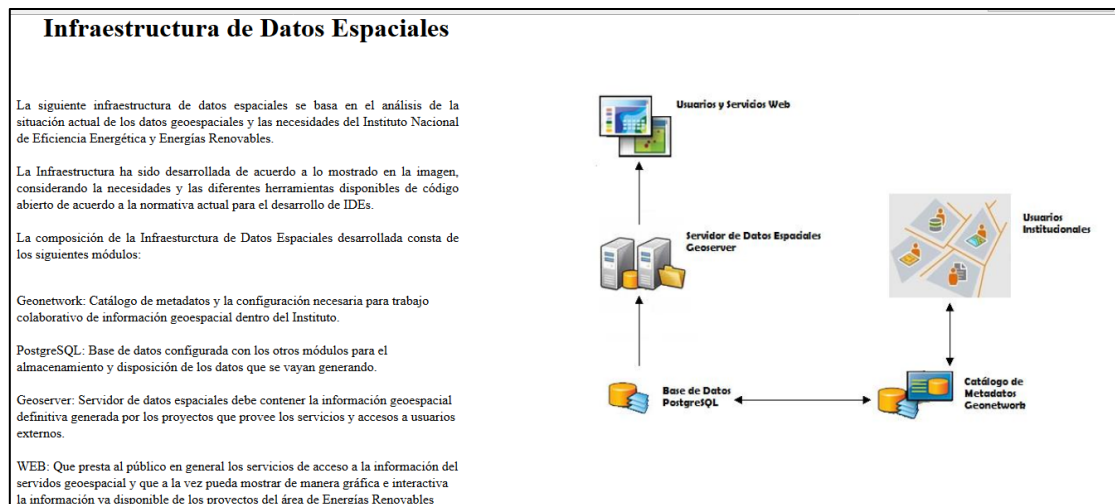
Openlayers es una biblioteca de código abierto de Javascript, utilizada para mostrar de forma interactivas mapas y sus metadatos, sus constantes actualizaciones han adaptado la visualización de información geoespacial de tal forma que en la actualidad se puede gestionar desde dispositivos móviles.

## 4.6 APLICACIÓN WEB

La aplicación web ha sido desarrollada en Html y javascript, el código de desarrollo web se encuentra en la siguiente dirección <https://drive.google.com/drive/folders/0ByQwoYIkFupSajNhTDU0RHFJUXc?usp=sharing> su menú consta de cuatro pestañas a continuación se muestra la función de cada una de ellas.

### 4.6.1 INICIO

En la pestaña de inicio como lo muestra la figura 27, está formada por una reseña del proyecto, una descripción y el gráfico de las herramientas que forman la infraestructura de datos espaciales.



**FIGURA 27 PÁGINA INICIO DE LA WEB**

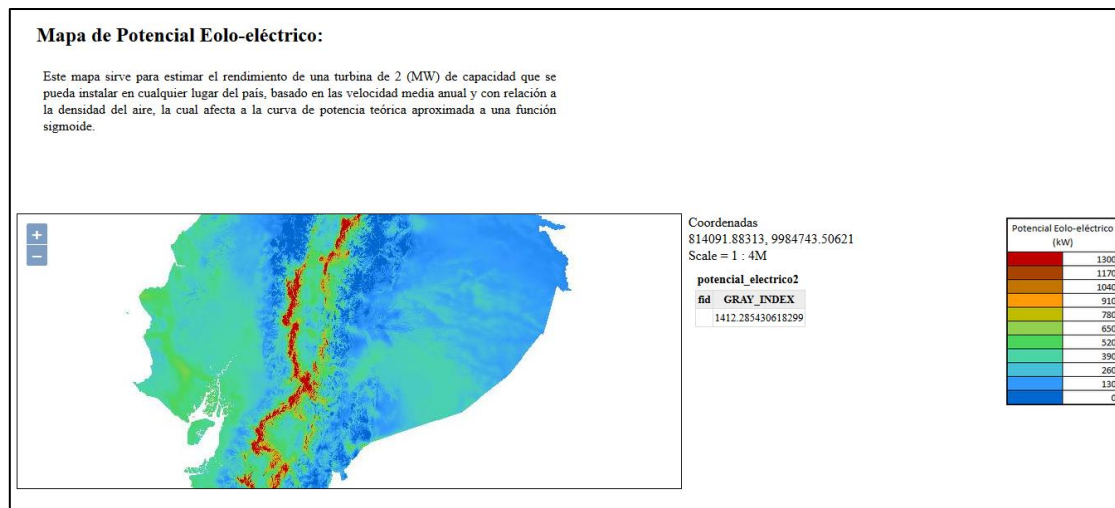
## 4.6.2 MAPAS

El submenú contiene el listado de acceso a cada uno de los mapas correspondientes a la información eólica que el INER desea poner a consulta de los usuarios externos.

Cada mapa contiene un texto explicativo del tipo de dato que se está visualizando, información del origen de los datos y las unidades en la cual está expresada.

Es en cada una de estas páginas que se realizan los requerimientos getmap mediante el servicio WMS al servidor Geoserver, el cual muestra como resultado el mapa y permite acceder a los datos dando clic en el mapa.

Además como se puede ver en la figura 28, se muestra la leyenda de cada uno de los mapas que corresponde a los estilos mediante código de color que han sido aplicados para una mejor comprensión de la información, y según lo solicitado por el instituto.



**FIGURA 28 PESTAÑA MAPAS – MAPA DE POTENCIAL EOLO-ELÉCTRICO**

Para el desarrollo de esta interfaz se utilizó la biblioteca Openlayers [21], que permite acceder a la información gráficamente desde el servidor mediante solicitudes Getmap, esta biblioteca permite tratar al mapa como una unidad sobre la cual se pueden ejecutar diferentes acciones, es importante establecer la ruta correcta del servicio WMS del servidor para asegurar el acceso al mapa.

Una vez ya establecida la conexión existen varias acciones que podemos ejecutar sobre la capa mostrada como por ejemplo añadir capas que soporten capacidades de geoposicionamiento, en este caso, como el archivo muestra un dato específico por cada mapa no es necesario añadir más información, sino acceder a la información temática del mapa.

La información que se muestra en cada mapa corresponde a las coordenadas, el valor del tema del mapa, la escala, un resumen de la explicación del contenido y las referencias de la representación del dato a color.

#### 4.6.3 DESCARGA

En la pestaña de descarga se encuentra la información en formato PDF para el acceso a los servicios WMS, WFS y WCS del espacio de trabajo de Eólica de Geoserver, como se puede observar en la figura 29, esta información permitirá a los usuarios acceder desde sus propias infraestructuras de datos geográficos a los espacios de trabajo y la información que se encuentra almacenada en ellos de acuerdo a los permisos otorgados desde el servidor de mapas y la configuración de los servicios.

**Descarga de Servicios**

WMS:

WFS:

WCS:

**FIGURA 29 DESCARGA DE SERVICIOS**

Además como lo muestra la figura 30 se permite a los usuarios la descarga en formato .zip de los archivos .tif correspondiente a la información geoespacial provista por el INER. La finalidad de permitir la descarga libre de la información es dar al usuario la capacidad de utilizar la información para sus propias simulaciones.

**Descarga de Archivos**

Mapa de Altura Demográfica:  
[Descargar Archivo](#)

Mapa de Densidad del Aire:  
[Descargar Archivo](#)

Mapa de Presión:  
[Descargar Archivo](#)

Mapa de Temperatura:  
[Descargar Archivo](#)

Mapa de Velocidad del Viento:  
[Descargar Archivo](#)

Mapa de Potencial Eléctrico:  
[Descargar Archivo](#)

**FIGURA 30 DESCARGA DE ARCHIVOS DE MAPAS**

#### 4.6.4 CONTACTO

Esta pestaña corresponde a un formulario de contacto para que los usuarios puedan comunicarse con el administrador en caso de requerir información adicional, o por cualquier situación que pudiera ocurrir, como se ve en la figura 31 se deben ingresar los datos de contacto del usuario para poder responder a la consulta.

**Formulario de Contacto**

Nombre:

Apellidos:

Correo Electrónico:

Consulta:

Texto:

**FIGURA 31 FORMULARIO DE CONTACTO**

## 5. CONCLUSIONES

En el desarrollo de una solución informática es importante conocer la tecnología con la que se va a trabajar, pero también se debe poner especial atención en el funcionamiento y procesos internos del cliente, entenderlos y traducirlos de forma objetiva a esquemas de trabajo basados en tecnología que ayuden y automaticen la gestión de los usuarios.

También es importante entender el punto de vista del usuario, interpretarlo, presentarle y explicarle alternativas tecnológicas para mejorar los procedimientos o crear nuevos procesos que agilicen la comunicación y la capacidad de compartir información.

Sobre las dificultades encontradas por la distancia y falta de entrevistas personales se han solventado debido al constante apoyo y comunicación obtenidos por parte de los responsables del instituto.

En cuanto al conocimiento sobre las infraestructuras de datos espaciales es importante estimar el tiempo real invertido ya que en la investigación del tema, las herramientas y revisar infraestructuras ya desarrollados ha tomado aproximadamente la mitad del tiempo del desarrollo del proyecto.

Otro de los puntos clave del desarrollo es la configuración de las diferentes herramientas dentro de un servidor local para que su funcionamiento sea coordinado y evitar probables conflictos ya que las herramientas por lo general tienen configuraciones por defecto que deben ser revisadas y personalizadas.

El estudio, implementación y elección de las herramientas de la infraestructura de datos espaciales ha permitido brindar una solución tecnológica a la administración y divulgación de la información geográfica georreferenciada desarrollada por el instituto.

La herramienta correspondiente al catálogo de datos permitirá a los usuarios colaborar conjuntamente en el desarrollo de los mapas dentro de cada uno de los proyectos del instituto, mediante una interfaz sencilla y con módulos de control.

Por medio del desarrollo de la infraestructura de datos espaciales se solventan de forma integral la administración de la información geoespacial desarrollada en el instituto, que en la actualidad se encuentra segregada en los diferentes proyectos y usuarios.

El uso de modelos iterativos ha permitido revisar de forma constante con el cliente los conceptos bajo los cuales trabajarán las diferentes herramientas que forman la infraestructura, y una vez conforme con los servicios y funcionamiento del producto han emitido un certificado que se encuentra en el anexo 7.

## 5. CONCLUSIONS

In the development of a computer solution it is important to know the technology with which we are going to work, but also one must have special attention in the operation and the internal processes of the client, to understand and to translate in an objective form a work schemes based in technology that help and automate the management of users.

It is also important to understand the user's point of view, interpret, present and explain technological alternatives to improve procedures or create new processes that improve communication and the ability to share information.

The difficulties encountered by the distance and the lack of personal interviews have been solved by the constant support and communication obtained by the responsible of the institute.

In terms of knowledge about spatial data infrastructures, it is important to estimate the real time invested since in the investigation of the subject, the tools and to review already developed infrastructures has taken approximately half the time of the development of the project.

Another key development point is the configuration of the different tools within a local server so that its operation is coordinated and avoids probable conflicts since the tools usually have default configurations that must be reviewed and customized.

The analysis, implementation and choice of the tools of the spatial data infrastructure has allowed us to provide a technological solution to the administration and dissemination of georeferenced geographic information developed by the institute.

The tool corresponding to the catalog application will allow users to collaborate together in the development of the maps within each one of the projects of the institute, through a simple interface and with control modules.

Through the development of the spatial data infrastructure, the management of the geospatial information developed in the institute is solved in an integral way, which is currently segregated in the different projects and users.

The use of iterative models has allowed to constantly review with the client the concepts under which the different tools that form the infrastructure will work, and once they are in accordance with the services and operation of the product, they have issued a certificate that is in Annex 7.



## 6. TRABAJO FUTURO

En lo correspondiente a las acciones futuras previa a la instalación y desarrollo se deben establecer desde el punto de vista administrativo la forma en que se gestionará la información.

Se debe establecer los responsables para la administración y determinar en cada una de las herramientas las limitaciones y los permisos de los roles de los usuarios.

Es importante desarrollar manuales de buenas prácticas para los usuarios, para proveer información sobre el correcto uso de las herramientas y evitar errores en la gestión de la información por desconocimiento de las capacidades del sistema.

Es recomendable analizar y definir los diferentes servicios que la institución va a brindar desde su servidor Geoserver a los usuarios externos o a otras instituciones.

Se necesita establecer la metodología de trabajo conjunto en el catálogo de datos, con la finalidad de establecer orden y control en el tratamiento de la información.

Una vez instalada la infraestructura, realizar la medición del consumo de recursos de los servidores y establecer configuraciones que permitan un funcionamiento razonable y eficiente de las herramientas.

Es preferible la creación de diferentes espacios de trabajo para cada una de las áreas, y proyectos gestionando los perfiles de los usuarios para establecer los accesos y permitir el trabajo colaborativo.

Se debe establecer métricas mediante los módulos de estadísticas que poseen las herramientas para potenciar el uso de las herramientas.

Es importante depurar la información existente previa la publicación de mapas que han sido desarrollados por proyectos ya finalizados.

Para potenciar el uso de la infraestructura es fundamental incluir en los futuros proyectos del instituto la posibilidad de generar información geoespacial para proveer a los usuarios mediante la página web acceso a la misma.

En cuanto a la uniformidad de la imagen institucional del producto se deben realizar las modificaciones gráficas necesarias de la interfaz.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, «[www.iner.gob.ec](http://www.iner.gob.ec),» [En línea]. [Último acceso: 20 Mayo 2017].
- [2] M. Á. Bernabé Poveda y C. M. López Vázquez, Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales, Universidad Politécnica de Madrid. Servicio de publicaciones. U.P.M. Press, 2010.
- [3] Committee of Experts on Global Geospatial Information Management , «<http://ggim.un.org/>,» [En línea]. [Último acceso: 25 Mayo 2017].
- [4] Comisión Europea, «<http://inspire.ec.europa.eu>,» [En línea]. [Último acceso: 25 Mayo 2017].
- [5] Instituto Geográfico Militar del Ecuador, «Instituto Geográfico Militar del Ecuador,» [En línea]. Available: <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>. [Último acceso: 15 04 2017].
- [6] International Organization for Standardization, «<https://www.iso.org>,» [En línea]. [Último acceso: 25 mayo 2017].
- [7] International Organization for Standardization, «<https://www.iso.org/standard/32557.html>,» [En línea]. [Último acceso: 25 mayo 2017].
- [8] International Organization for Standardization, «<https://www.iso.org/standard/26017.html>,» [En línea]. [Último acceso: 25 mayo 2017].
- [9] International Organization for Standardization, «<https://committee.iso.org/tc211>,» [En línea]. [Último acceso: 25 mayo 2017].
- [10] Dublin Core Metadata Initiative, «<http://dublincore.org/>,» [En línea]. [Último acceso: 25 mayo 2017].
- [11] Sistema Nacional de Información del Ecuador, «<http://app.sni.gob.ec/sni/>,» [En línea]. [Último acceso: 25 mayo 2017].
- [12] Ministerio Coordinador del Conocimiento y Talento Humano, «<https://softwarelibre.conocimiento.gob.ec>,» [En línea]. [Último acceso: 15 05 2017].
- [13] «CatMDEdit OpenSource Project,» [En línea]. Available:

<http://catmdedit.sourceforge.net/>.

- [14] Grass Gis, [En línea]. Available: <https://grass.osgeo.org/>.
- [15] Geonetwork, «<http://geonetwork-opensource.org/>,» [En línea]. [Último acceso: 14 06 2017].
- [16] Map Server, [En línea]. Available: <http://mapserver.org/>.
- [17] Deegree, [En línea]. Available: <http://www.deegree.org/>.
- [18] Geoserver, «<http://geoserver.org/>,» [En línea]. [Último acceso: 05 06 2017].
- [19] PostgreSQL, «<http://postgresql.org/>,» [En línea]. [Último acceso: 14 06 2017].
- [20] S. Iacovella y B. Youngblood, *GeoServer Beginner's Guide*, Packt Publishing, 2013.
- [21] A. S. Perez, «OpenLayers Cookbook,» de *OpenLayers Cookbook*, 2012, p. 300.
- [22] C. Henderson, *Mastering GeoServer*, Packt Publishing, 2014.

## 8. ANEXOS

### 8.1 ANEXO 1 INSTALACIÓN SERVIDOR

Para instalar Apache Tomcat como servidor contenedor, en la página <http://tomcat.apache.org/> nos dirigimos a la sección de Descargas.

- a) Seleccionamos el archivo a descargar de acuerdo a la versión y sistema operativo y damos clic sobre ella.

¡ERROR! NO HAY TEXTO CON EL ESTILO ESPECIFICADO EN EL DOCUMENTO.

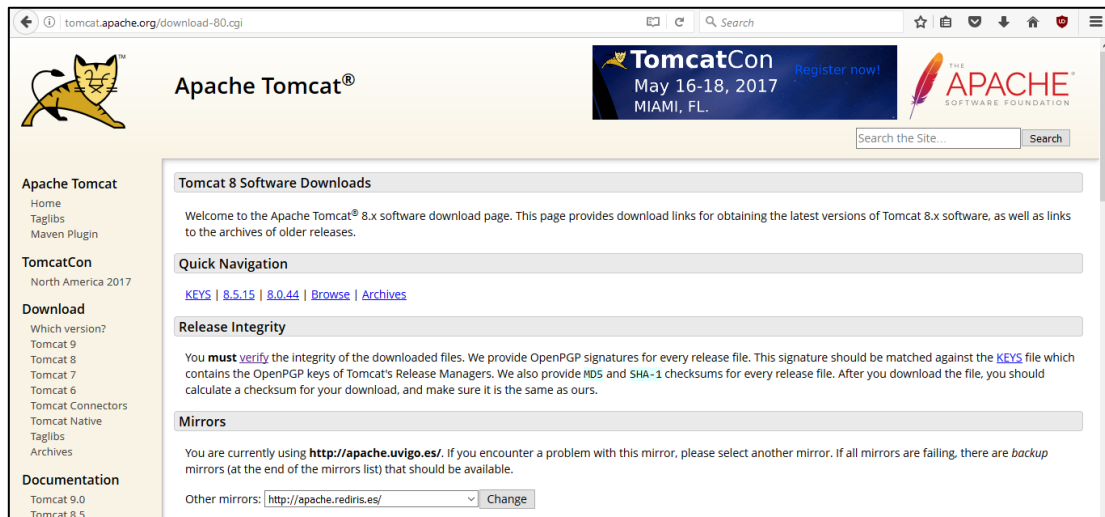
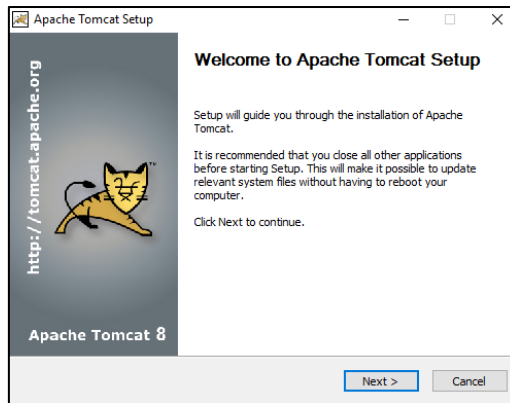


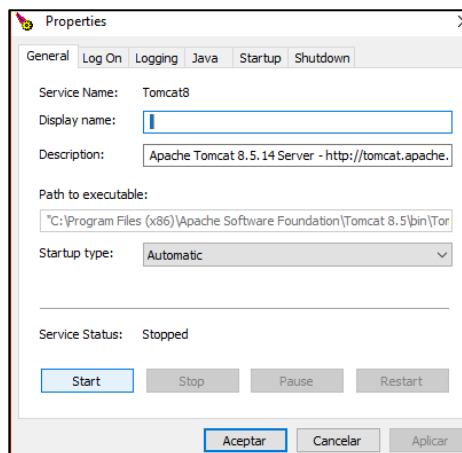
FIGURA 32 PÁGINA DE APACHE TOMCAT

- b) Una vez descargado ejecutamos el archivo, en este caso se descargó en sistema operativo Windows por lo que basta con continuar según los mensajes que aparecen.
- c) Seleccionamos si y ejecutamos normalmente el instalador.



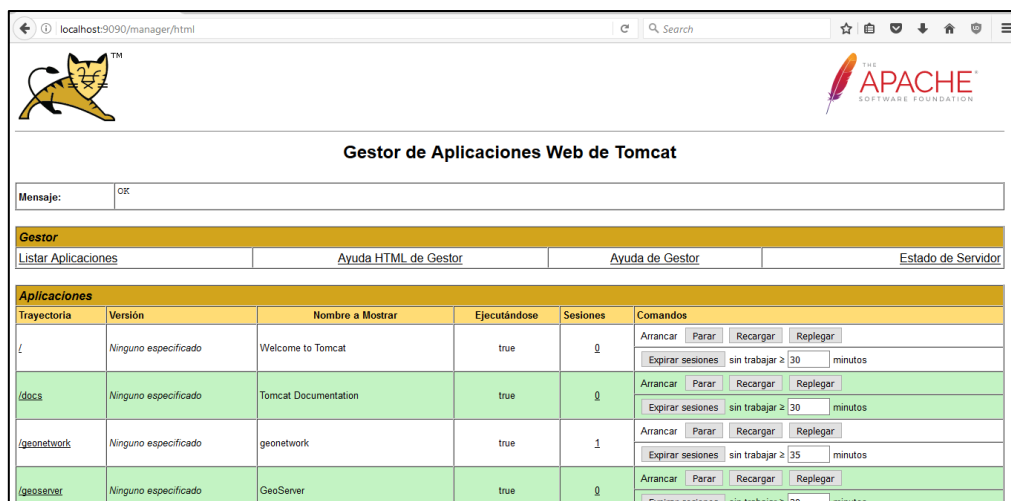
**FIGURA 33 EJECUCIÓN DEL INSTALADOR**

- d) Debido a que se utilizarán los puertos para varias herramientas entre ellas el Geoserver que utiliza el 8080, se debe realizar cambios de los puertos en los archivos una vez instalado el servidor.
- e) En la carpeta CONF dentro de C:\Program Files (x86)\Apache Software Foundation\Tomcat 8.5\ se debe modificar el puerto 8080, por uno de nuestra elección. En este caso sea utilizado el puerto 9090.
- f) Para dar de alta al servidor se accede al Monitor Tomcat y se da Start al servicio.



**FIGURA 34 PANTALLA MONITOR TOMCAT**

- g) En el navegador web colocamos la dirección <http://localhost:9090/> y aparece la siguiente información de Apache Tomcat.
- h) Para acceder al gestor, damos clic en MANAGER y podremos ver los diferentes servicios que están instalados en el servidor.
- i) En la figura 35 se muestra el administrador una vez establecidos los servicios de las herramientas que van a ser utilizados en este proyecto.

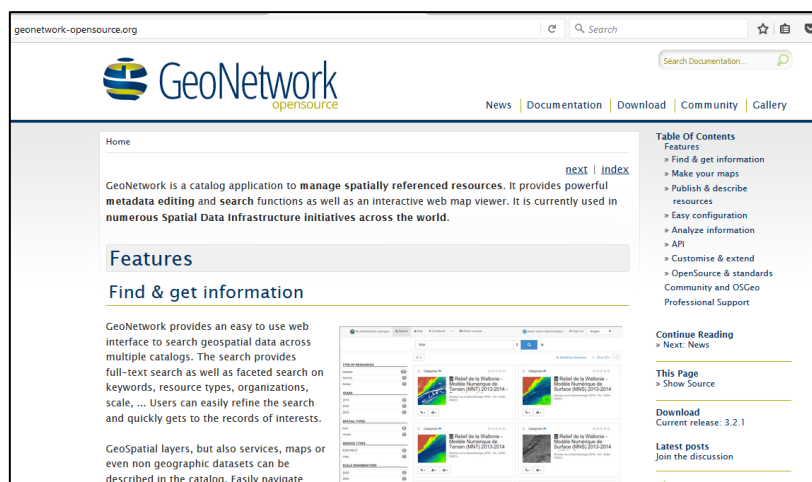


**FIGURA 35 ADMINISTRADOR DE SERVICIOS APACHE TOMCAT**

## 8.2 ANEXO 2 INSTALACIÓN CATÁLOGO DE DATOS

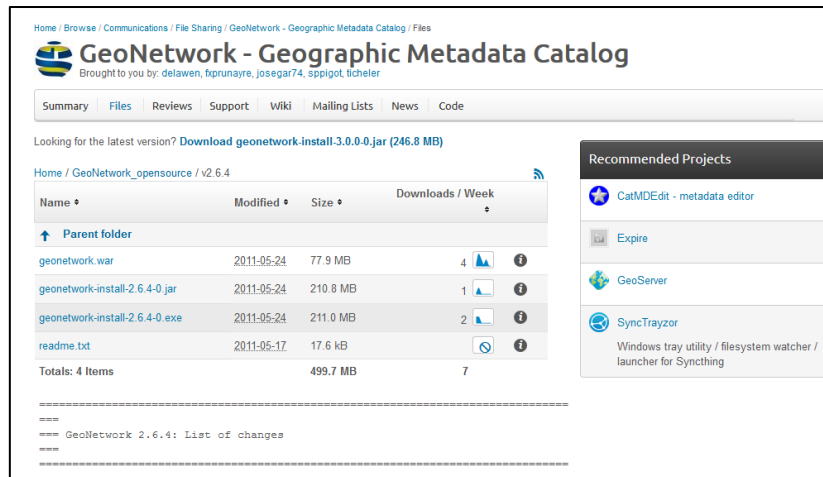
Para instalar Geonetwork como catálogo de metadatos geoespaciales, en la página <http://geonetwork-opensource.org/> nos dirigimos a la sección Download.

- a) Seleccionamos el archivo a descargar de acuerdo a la versión y sistema operativo y damos clic sobre ella.



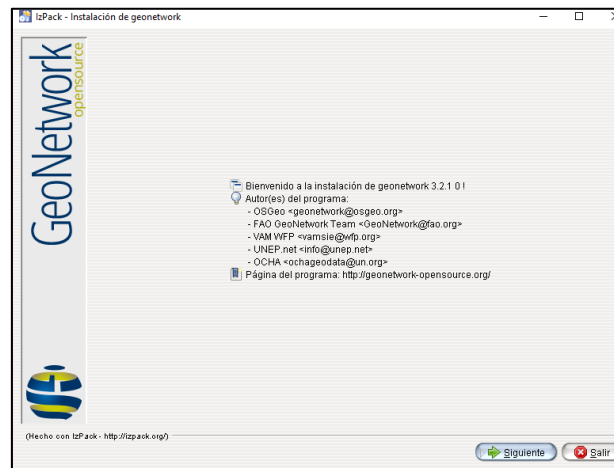
**FIGURA 36 PÁGINA DE GEONETWORK**

- b) Una vez descargado ejecutamos el archivo, en este caso se descargó en sistema operativo Windows por lo que basta con continuar según los mensajes que aparecen.



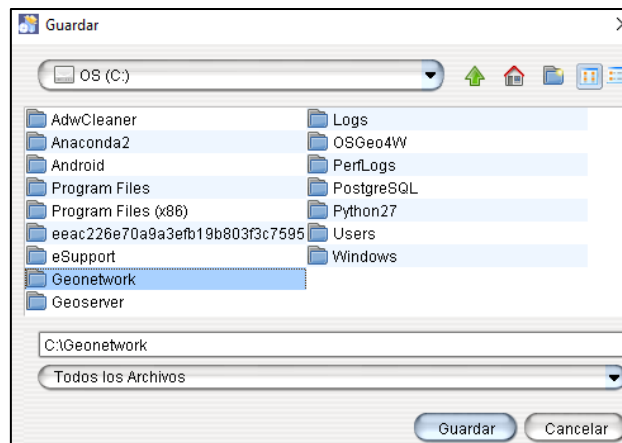
**FIGURA 37 DESCARGA DE GEONETWORK**

c) Seleccionamos si y ejecutamos normalmente el instalador.



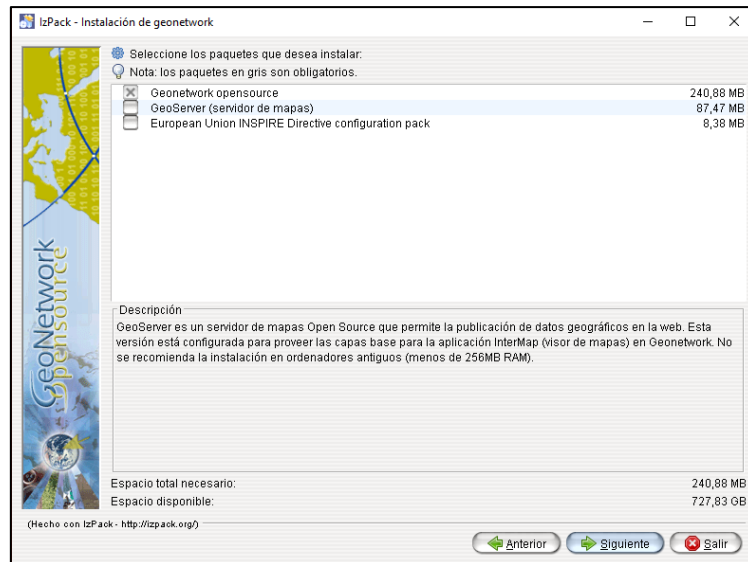
**FIGURA 38 EJECUCIÓN DEL INSTALADOR**

d) Pedirá seleccionar la carpeta donde se ubicará la información de la herramienta.



**FIGURA 39 DIRECTORIO PARA GEONETWORK**

- e) Esta herramienta posee varios módulos embebidos, como por ejemplo el Geoserver, en este caso no lo vamos a necesitar por lo que seleccionamos solo instalar Geonetwork.



**FIGURA 40 SELECCIÓN DE MÓDULOS DE GEONETWORK**

- f) Para acceder al servicio de Geonetwork, en el administrador de Apache Tomcat, veremos el nombre y debemos iniciarlo.



Gestor de Aplicaciones Web de Tomcat

Mensaje:OK

Gestor

Listar AplicacionesAyuda HTML de GestorAyuda de GestorEstado de Servidor

Aplicaciones

Trayectoria	Versión	Nombre a Mostrar	Ejecutándose	Sesiones	Comandos
/	Ninguno especificado	Welcome to Tomcat	true	0	ArrancarPararRecargarReplegar Expirar sesiones sin trabajar x 30 minutos
/docs	Ninguno especificado	Tomcat Documentation	true	0	ArrancarPararRecargarReplegar Expirar sesiones sin trabajar x 30 minutos
/geonetwork	Ninguno especificado	geonetwork	true	1	ArrancarPararRecargarReplegar Expirar sesiones sin trabajar x 35 minutos
/geoserver	Ninguno especificado	GeoServer	true	0	ArrancarPararRecargarReplegar Expirar sesiones sin trabajar x 30 minutos
/manager	Ninguno especificado	Tomcat Manager Application	true	1	ArrancarPararRecargarReplegar Expirar sesiones sin trabajar x 30 minutos
/pagina	Ninguno especificado		true	0	ArrancarPararRecargarReplegar Expirar sesiones sin trabajar x 30 minutos

**FIGURA 41 SERVICIO DE GEONETWORK EN APACHE TOMCAT**

- g) Es importante establecer el puerto sobre el que trabajará Geonetwork, ya que por defecto utiliza el 8080 y este también es utilizado por Geoserver, en este caso una vez ingresado con el perfil de Administrador se debe modificar la configuración de acuerdo a lo mostrado en la figura 42.

Servidor del catálogo

Servidor

localhost

El host y el puerto para crear URL al servidor GeoNetwork. Por ejemplo, si se usa durante la edición de metadatos para crear enlaces a recursos y cuando se devuelve el GetCapabilities de una petición CSW.

Protocolo Preferente

http

Puerto

8181

Puerto Seguro

8443

Nivel de logging

PROD

Intranet

Máscara de red

127.0.0.1

Los parámetros de la red y la máscara se usan para identificar las conexiones internas a GeoNetwork, esto es, para identificar al grupo Intranet.

Red

255.0.0.0

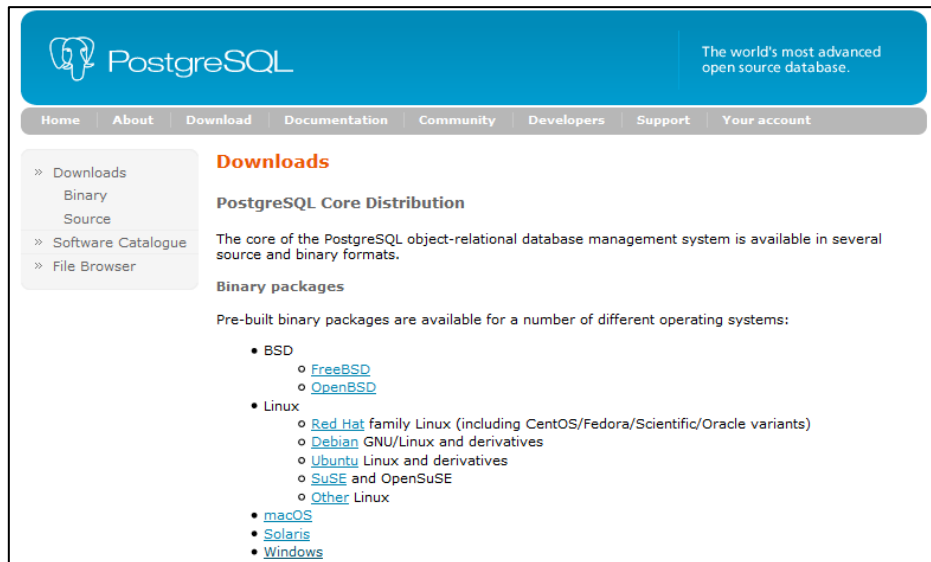
**FIGURA 42 CONFIGURACIÓN DE PUERTO DE GEONETWORK**

- h) Para acceder al gestor, damos clic en MANAGER y podremos ver los diferentes servicios que están instalados en el servidor.

### 8.3 ANEXO 3 INSTALACIÓN BASE DE DATOS

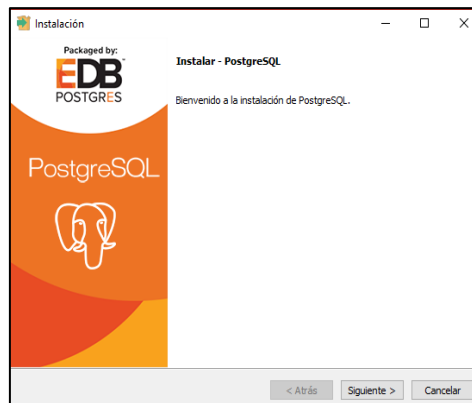
Para instalar PostgreSQL como base de datos, en la página <https://www.PostgreSQL.org/> nos dirigimos a la sección Download.

- a) Seleccionamos el archivo a descargar de acuerdo a la versión y el sistema operativo y damos clic sobre ella.



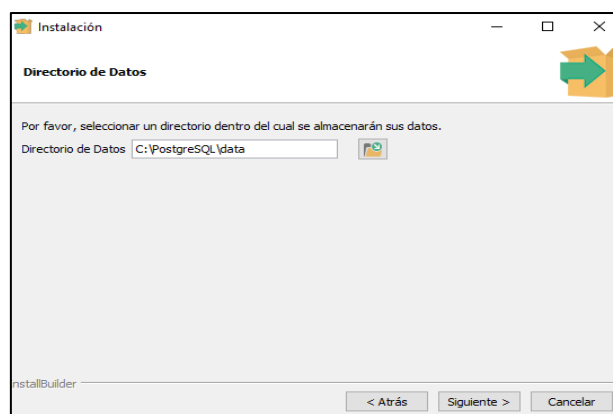
**FIGURA 43 PÁGINA DE DESCARGA DE POSTGRESQL**

- b) Procedemos a ejecutar el instalador en la versión escogida y aparece la siguiente pantalla.



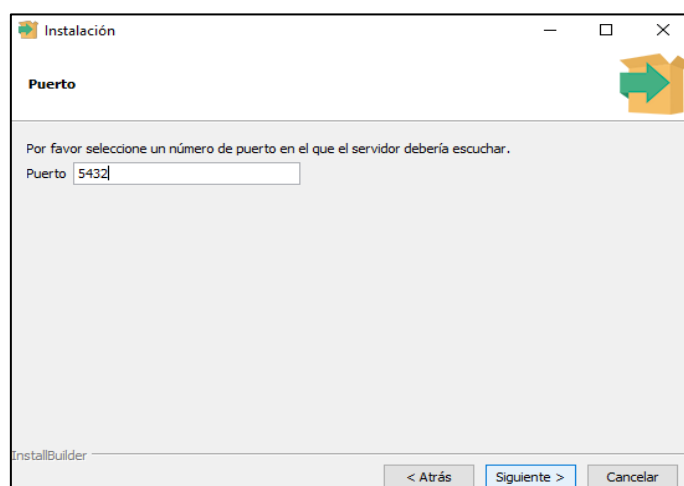
**FIGURA 44 EJECUCIÓN DEL INSTALADOR**

- c) Se selecciona la carpeta donde se instalará la base de datos, y se indicar la carpeta que se contendrá el diccionario de datos.



**FIGURA 45 SELECCIÓN DEL DIRECTORIO DE DATOS**

- d) Se solicitará la contraseña para la creación de la cuenta del administrador de la base de datos.
- e) Se selecciona el puerto que por defecto es el 5432, se debe dejar este puerto ya que no creará conflictos con los otros servicios de la infraestructura.



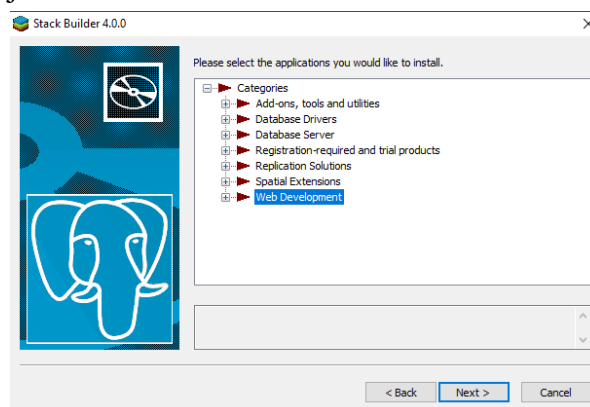
**FIGURA 46 CONFIGURACIÓN DEL PUERTO DE POSTGRESQL**

- f) Aparecerá una barra que indicará el avance de la instalación y al final aparecerá la siguiente pantalla



**FIGURA 47 MENSAJE DE FINALIZACIÓN DE INSTALACIÓN**

- g) De acuerdo a las necesidades PostgreSQL posee módulos adicionales para instalar a los cuales se puede acceder desde la herramienta Stack Builder que se instaló junto con la base de datos.



**FIGURA 48 MÓDULOS DE INSTALACIÓN EN STACK BUILDER**

## 8.4 ANEXO 4 INSTALACIÓN SERVIDOR DATOS GEOESPACIALES

Para instalar Geoserver como servidor de Datos Espaciales accedemos desde <http://geoserver.org/> a su sección de Descargar y seleccionamos la versión y el sistema operativo en el que se va a instalar.



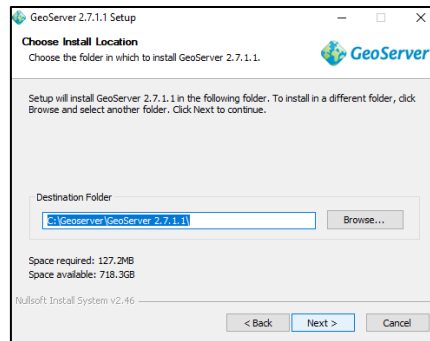
FIGURA 49 PÁGINA DE GEOSERVER

- a) Se ejecuta y se permite los accesos necesarios, y se aceptan los términos de la licencia para su instalación.



FIGURA 50 INSTALADOR DE GEOSERVER

- b) Se escoge el directorio donde se instalará la herramienta y sus correspondientes datos.



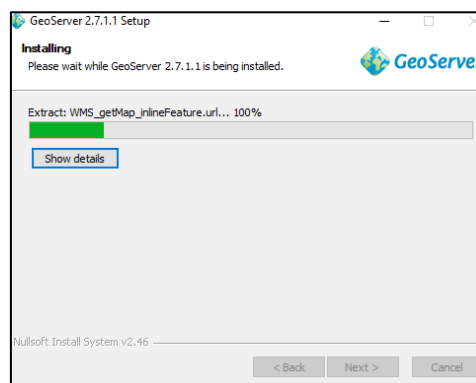
**FIGURA 51 SELECCIÓN DEL DIRECTORIO DE DATOS**

- c) Se indica el puerto con el que trabajará el servicio en este caso el 8080.



**FIGURA 52 CONFIGURACIÓN DEL PUERTO DE GEOSERVER**

- d) Aparece una pantalla indicando el progreso de la instalación y finalmente la pantalla que indica que se ha finalizado.



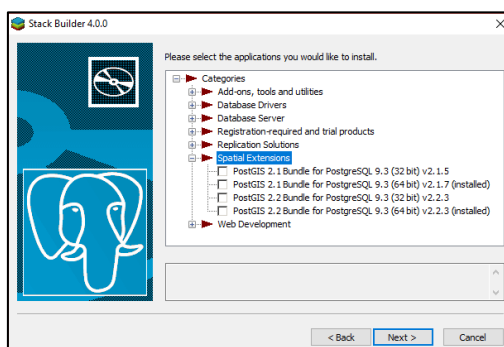
**FIGURA 53 PROGRESO DE LA INSTALACIÓN DE GEOSERVER**

- e) El usuario administrador es admin y su contraseña por defecto es geoserver por lo que es importante proceder a cambiar esta información en la configuración.

## 8.5 ANEXO 5 CONEXIÓN POSTGRESQL Y GEOSERVER

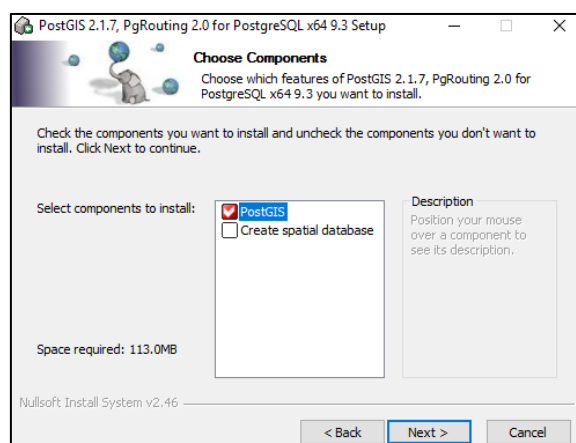
Para configurar que Geoserver pueda obtener datos directamente desde PostgreSQL se debe previamente realizar ciertos pasos, que si bien son bastantes mecánicos ayudan a automatizar la gestión de la información entre estos módulos de la infraestructura de datos espaciales.

- a) Como se mencionó en el punto correspondiente al 4.4 Base de Datos, mediante Stack Builder se pueden instalar módulos adicionales, para proveer este proceso se debe revisar las extensiones espaciales



**FIGURA 54 SELECCIÓN DE COMPONENTES EN STACK BUILDER**

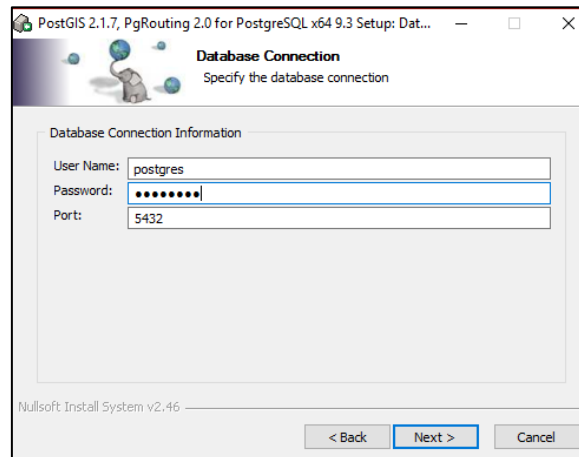
- b) Una vez descargado el plugin se procede a ejecutarlos y no permite seleccionar si queremos seleccionar el componente para base de datos PostGIS o una base de datos espacial, en este caso podemos seleccionar la primera opción, ya que es totalmente compatible con Geoserver.



**FIGURA 55 SELECCIÓN DE TIPO DE COMPONENTES**

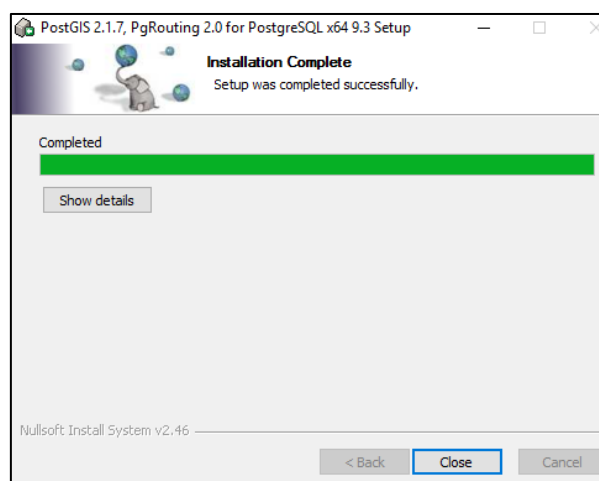
- c) Se procede a seleccionar la ruta del directorio donde se instalará el componente y se pide el acceso a ella mediante el ingreso de nombre de

usuario, contraseña del administrador y el puerto que utiliza la herramienta.



**FIGURA 56 INFORMACIÓN DE ACCESO A LA BASE DE DATOS**

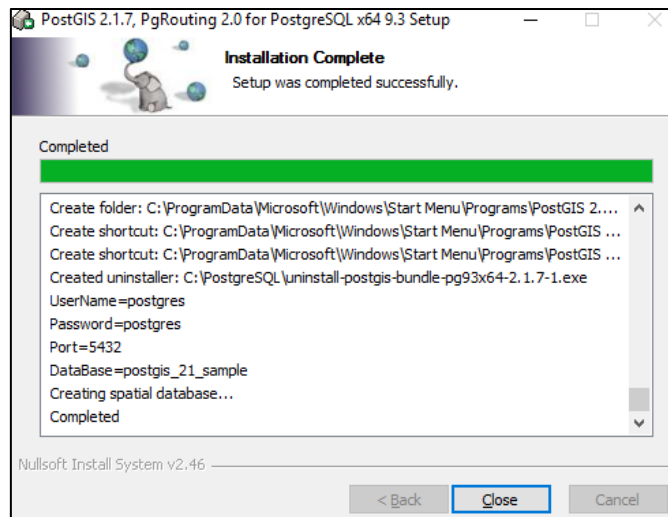
- d) Indica que ciertos tipos de archivos están deshabilitados y que se deben hacer cambios en la configuración en caso de ser necesario, se continúa con la instalación y se presenta un mensaje de finalización.



**FIGURA 57 MENSAJE DE FINALIZACIÓN DE INSTALACIÓN**

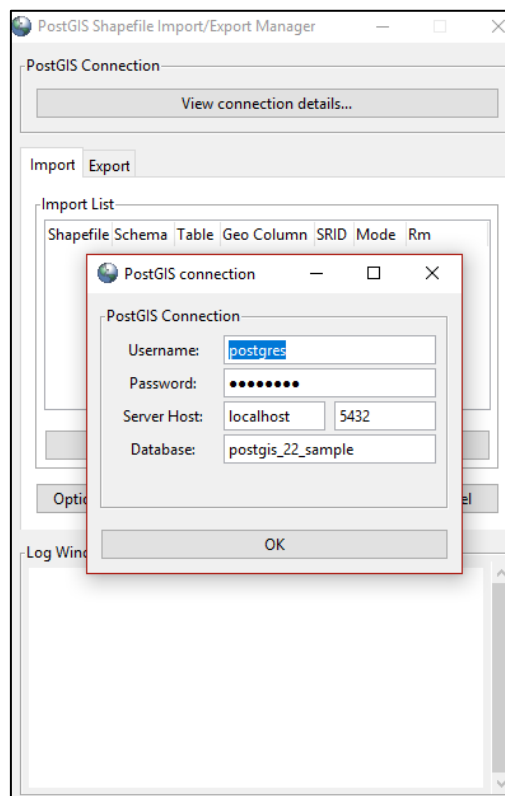
- e) De acuerdo al plugin escogido se crea una base de datos de ejemplo, y la información se muestra al finalizar la instalación.





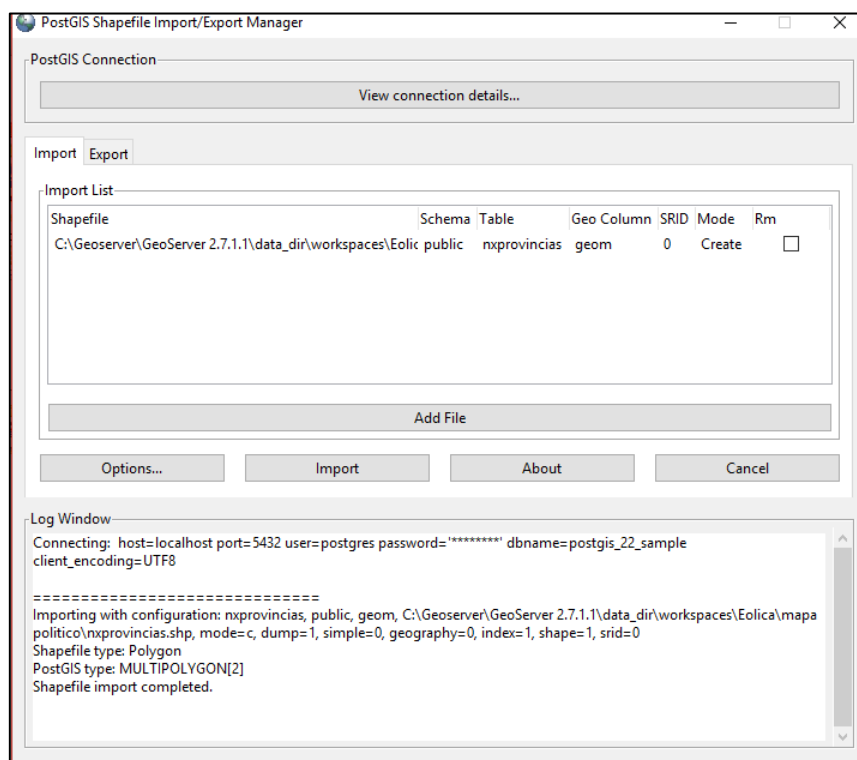
**FIGURA 58 INFORMACIÓN DE LA BASE DE DATOS GENERADA**

- f) Ejecutamos el administrador de la base de datos PGAdmin y en el menú Plugins seleccionamos el Administrador para la Importación y Exportación de Shapefiles de PostGIS, la herramienta solicita se ingrese la autenticación de la información del administrador de la base de datos.



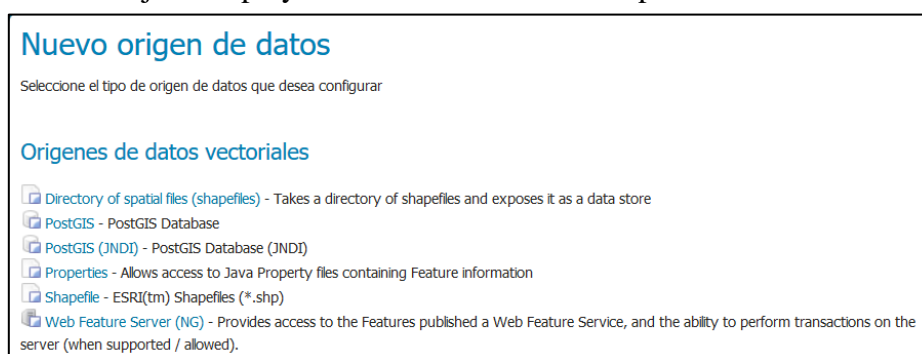
**FIGURA 59 IMPORTACIÓN DE SHAPEFILE**

- g) De acuerdo a si se desea exportar o importar se debe localizar la información que se va a procesar y proceder.



**FIGURA 60 EJECUCIÓN DE LA IMPORTACION DE UN SHAPEFILE**

- h) Una vez realizada la importación se crea en Geoserver un espacio de trabajo del tipo y un almacén de datos del tipo PostGIS.



**FIGURA 61 CREACIÓN DEL ALMACENDE DATOS PARA POSTGRESQL**

- i) Se configura con la información del usuario administrador de la base de datos.

**Información básica del almacén**

**Espacio de trabajo \***  

Ejemplo

**Nombre del origen de datos \***  

Ejemplo postgres

**Description**  

Ejemplo postgres

☒ Habilitado

**Parámetros de conexión**

**host \***  

localhost

**port \***  

5432

**database**  

postgis\_22\_sample

**schema**  

public

**user \***  

postgres

**passwd**  

••••••••

**Espacio de nombres \***  

http://localhost:9090/geoserver/Ejemplo

☐ Expose primary keys

**FIGURA 62 CONFIGURACIÓN DEL ALMACÉN DE DATOS**

- j) Una vez ejecutada la importación al entrar a crear una nueva capa aparecerán los archivos importados en el espacio indicado en Geoserver.

Nueva capa

Agregar nueva capa

You can create a new feature type by manually configuring the attribute names and types. [Create new feature type...](#)

On databases you can also create a new feature type by configuring a native SQL statement. [Configure new SQL view...](#)

Esta es una lista de los recursos contenidos en el almacén 'Ejemplo postgres'. Haga click sobre la capa que desea configurar

<< < 1 > >>

Resultados 1 a 3 (de un total de 3 items)

Buscar

Publicada	Capa con espacio de nombres y prefijo	Action
	nxprovincias	<a href="#">Publicación</a>
	pointcloud_columns	<a href="#">Publicación</a>
	pointcloud_formats	<a href="#">Publicación</a>

**FIGURA 63 VISUALIZACIÓN DE ARCHIVOS IMPORTADOS**

- k) Se procede a la publicación de los archivos y ya se acceder al archivo desde el previsualizador de Geoserver.

## 8.6 ANEXO 6 DESARROLLO WEB

El código Web se encuentra en

<https://drive.google.com/open?id=0ByQwoYIkFupSajNhTDU0RHFJUXc> .

## 8.7 ANEXO 6 CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DEL PRODUCTO



FIGURA 64 CARTA DE ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO